



**UNIVERSITAT JAUME I**

ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA Y CIENCIAS EXPERIMENTALES

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

**IMPLANTACIÓN DE MEJORAS DE LA  
PRODUCTIVIDAD EN UN ALMACÉN  
INTEGRADO DE UNA INDUSTRIA  
AUXILIAR DEL AUTOMÓVIL**

TRABAJO FINAL DE GRADO

AUTOR:

Rafael Fuentes Claramonte

DIRECTOR:

Julio Serrano Mira

Castellón, Abril de 2017



# **DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

**1.- MEMORIA.**

**2.- PLIEGO DE CONDICIONES**

**3.- PRESUPUESTO.**

**4.- PLANOS.**



# MEMORIA

---



## ÍNDICE DE LA MEMORIA

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	5
1. OBJETO.....	5
2. ALCANCE.....	6
3. JUSTIFICACIÓN.....	7
4. ANTECEDENTES.....	8
5. VIABILIDAD DEL PROYECTO.....	10
6. ESTRUCTURA DEL PROYECTO.....	13
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	15
1. DESCRIPCIÓN DEL ALMACÉN EUROPA.....	15
2. PROCESOS DEL ALMACÉN.....	18
3. PROBLEMÁTICAS GENÉRICAS DEL ALMACÉN.....	23
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO.....	25
1. INTRODUCCIÓN.....	25
2. REVISIÓN GENERAL DE LAS PRINCIPALES TÉCNICAS DE MEJORA CONTINUA.....	26
3. METODOLOGÍA <i>LEAN MANUFACTURING</i> .....	30
4. FASES DE LA IMPLANTACIÓN <i>LEAN</i> .....	40
CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ALMACÉN Y PROPUESTA DE MEJORAS DE IMPLANTACIÓN INMEDIATA.....	59
1. ESTADO ACTUAL DEL ALMACÉN Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS INTERNOS.....	59
2. PROPUESTAS DE ACCIONES PARA LA MEJORA DEL ALMACÉN.....	63
3. VALORACIÓN DE LAS PROPUESTAS.....	68
4. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS ACCIONES DE MEJORA.....	74
PROPUESTA 1.....	74
PROPUESTA 2.....	76
PROPUESTA 3.....	76
PROPUESTA 4.....	83
PROPUESTA 5.....	85
PROPUESTA 6.....	86
5. PLAN DE IMPLANTACIÓN DE LAS ACCIONES PROPUESTAS.....	88
6. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.....	92

CAPÍTULO 5: APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA METODOLOGÍA <i>LEAN</i> EN EL ALMACÉN. ....	95
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE ACCIÓN FUTURAS .....	121
1. CONCLUSIONES.....	121
2. LINEAS DE ACCIÓN FUTURAS .....	123
ANEXOS .....	125
ANEXO 1: TABLA RELACIONAL DE ACTIVIDADES. ....	127
ANEXO 2. MODELIZACIÓN DE PROCESOS CON IDEF0. ....	129
BIBLIOGRAFÍA .....	133



# CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.

## 1. OBJETO.

El objeto del presente proyecto es la propuesta de soluciones de aplicación inmediata para la mejora de la productividad de un almacén de una industria del sector del automóvil, lo cual requerirá estudiar los métodos de trabajo y los procesos que se llevan a cabo en este almacén de la empresa Radiadores Ordoñez.

En este caso se deberán estudiar diversas propuestas tanto en lo que hace referencia a los procesos internos del almacén como en lo que se refiere a la propia organización del almacén. Se trata de conseguir aumentar la eficacia del trabajo y la productividad de la empresa para evitar pérdidas innecesarias de tiempo o recursos y disminuir los costes.

Para la realización de esta tarea, se deberán analizar los procesos que tienen lugar en el almacén y estudiar cómo está organizado para proponer mejoras. Se presentarán ciertas medidas que se pueden tomar y sus ventajas o inconvenientes.

También se abordará creación de un plan de trabajo detallado para la implementación de la mejora continua al almacén basado en la producción ajustada, o como se conoce en inglés, *lean manufacturing*. Para crearlo se hace una introducción al concepto de mejora continua y *lean manufacturing* y se lleva a la práctica en el almacén de la empresa. A partir de la base de las técnicas de mejora continua se va a buscar mejorar la gestión del almacén.

Son muchas las técnicas que incluye el *lean manufacturing* y que permiten abordar la implementación de la mejora continua. En este proyecto se ha optado por el desarrollo de la técnica de las cinco eses como primer paso hacia la mejora continua. Se ha escogido esta metodología debido a su sencillez, bajo coste y porque servirá de base para futuras implementaciones de técnicas más complejas como el SMED, los poka-yokes, o, en última instancia, el *el just in time*.

Con esta implantación se pretende crear un ambiente de trabajo en el almacén limpio y ordenado dónde se encuentren fácilmente las cosas y se trabaje de forma eficiente. Cabe destacar que la implantación de los cinco pilares supone el primer paso en el largo camino de la mejora continua.

## 2. ALCANCE.

Este proyecto abarca el estudio y el análisis de todos los trabajos que se llevan a cabo en el almacén con la finalidad de presentar soluciones para la mejora de la productividad y el ahorro. Se tienen en cuenta para este estudio tanto los procesos que se realizan en el almacén, como la organización y gestión de los recursos disponibles.

En este proyecto se aborda la problemática de la gestión de un almacén desde un punto de vista crítico, en busca de la mejora de la situación actual. Esto se ha conseguido estudiando los diferentes procesos y proponiendo distintas soluciones a los problemas más destacados. Se han valorado estas propuestas y se han estudiado con detalle aquellas que eran viables ofreciendo así más de una solución a la empresa.

También incluye un proyecto de implementación de la técnica de las cinco eses como primer paso para la implantación de técnicas de *lean manufacturing* y de mejora continua.

El seguimiento y evaluación de la implantación de las propuestas de aplicación inmediata y de la implantación de la metodología *lean manufacturing* no se desarrollan dentro de este proyecto.

Tampoco se plantean soluciones que tengan como base automatizar el almacén ya que durante todo el proyecto se plantean mejoras de bajo coste económico pero que pueden tener un impacto positivo dentro del almacén.

### 3. JUSTIFICACIÓN.

El proyecto surge tras el desarrollo de la estancia de prácticas en una empresa dedicada a la fabricación de componentes del automóvil. Durante la estancia, se estudió el estado actual del almacén y se puso en marcha este proyecto con el fin de proponer mejoras en la organización del almacén.

El motivo por el cual es necesario abordar esta tarea se debe a la evolución que ha sufrido la empresa en los últimos años. A lo largo del tiempo el producto fabricado ha evolucionado por lo que el almacén también tiene que evolucionar. La necesidad de mejorar no solo se limita a la estructura del almacén, sino también a los métodos de trabajo, es decir, a los procesos que hay dentro del almacén y la organización del mismo. Por todo lo anterior y buscando la mejora de la eficiencia y la eficacia de esta instalación es necesaria la elaboración de este estudio.

La buena gestión se puede conseguir de distintas maneras, entre ellas, por medio de la aplicación de técnicas de mejora continua. Estas técnicas ayudan a realizar una gestión más eficiente además de conseguir reducir desperdicios y costes y por lo tanto, aumentar los beneficios. Entre estas técnicas destacan las de origen japonés que claman por la implantación de una filosofía de trabajo dentro de la empresa con el objetivo de hacer el espacio de trabajo más eficiente y más cómodo para todos los trabajadores.

Por ello y para evitar el deterioro de las propuestas y sentar unas bases sobre las que desarrollar proyectos futuros se propone un plan de implantación de una técnica de mejora continua, las cinco eses. Esta técnica sirve de base para la implementación de otras técnicas del *lean manufacturing* así como para mejorar la organización del trabajo y crear ambientes de trabajo organizados, ordenados y limpios.

Un punto a favor de las cinco eses y las técnicas básicas del *lean manufacturing* es la sencillez y bajo coste de aplicación que tienen estas metodologías.

## 4. ANTECEDENTES.

En este capítulo se muestra un diagnóstico de la situación actual de la entidad para la que se realiza el proyecto.

### Entidad

Radiadores Ordoñez es una empresa líder en la fabricación de refrigeradores de aire, agua, aceite y combustible para diversas aplicaciones pero sobre todo para automóviles. La empresa también cuenta con un gran departamento de I+D que junto con los clientes, desarrolla nuevos productos de alta calidad. La empresa tiene en plantilla a casi 200 empleados y su facturación anual ronda los veinticinco millones de euros.

Ofrecen productos muy variados adaptándose a la necesidad del cliente. Por eso, el producto fabricado varía mucho y los cambios en la línea de producción para crear nuevos modelos o variaciones de los anteriores son habituales. Esto sirve para entender la gran variedad de productos de materia prima que se utilizan y hay en el almacén ya que cada producto va a necesitar componentes distintos.

El almacén se construyó en el año 2.000 debido al incremento que estaba sufriendo entonces la empresa; las ventas rozaban el millón de radiadores. La estructura ya era muy similar a la actual. El almacén no ha sufrido muchos cambios desde que se construyó, se han añadido unos estantes y ha habido algún cambio en la distribución pero poco significativo. Debido a la proximidad de la empresa con el núcleo urbano de Castellón, el almacén se construyó en la ciudad del transporte por lo que es necesario tener un camión que haga viajes entre la planta y el almacén. Esto es un problema por el tiempo que se pierde en el transporte, en la carga y en la descarga y por la capacidad limitada que tiene el camión.

Al principio, se trabajaba en dos turnos en el almacén para ofrecer un mayor servicio. En 2.004 se superaron el millón de ventas pero a partir de este año, debido en parte a una pérdida de clientes que buscaban reducir los gastos en transportes, las ventas empezaron a disminuir. La dinámica ha seguido siendo esta pues la crisis económica que empezó en 2.008 solo agravó la situación. Después de unos años turbulentos las ventas se han estabilizado y la empresa ha logrado cierta estabilidad.

En este marco, encontramos un almacén que fue diseñado en el año 2.000 para una empresa que por aquel entonces fabricaba mucho y en serie y sus productos tenían una alta rotación. Actualmente, ya no producen grandes lotes y la materia prima ha cambiado por lo que el almacén requiere una cierta remodelación y se deben analizar los procesos que pueden haberse deteriorado y buscar una modernización de las instalaciones.

### Evolución del producto

El tipo de producto fabricado también ha evolucionado. Los materiales con los que se trabajan actualmente no son los mismos que los que se trabajaba antes. El almacén se construyó adaptado para el tipo de productos que se fabricaban antes, lo que ha ocasionado que actualmente no esté aprovechado de forma óptima.

### Mejora continua

La necesidad de la empresa por mejorar y ser más competitiva en un mercado tan difícil como es el de los radiadores de automóviles, ha llevado a que en esta empresa se intenten implementar técnicas de mejora continua.

La mejora continua es un reto al que se enfrentan actualmente las empresas. Estos proyectos sirven como instrumentos de optimización del funcionamiento de una empresa y aunque las técnicas y sus beneficios son muy conocidos, no todas las empresas optan por su implementación o la realizan deficientemente.

En la empresa objeto de estudio se comenzaron a aplicar este tipo de proyectos hace ya mucho tiempo. Cabe destacar que se hizo con bastante éxito pero el tiempo ha mermado la situación y ha hecho que, concretamente en el almacén, se deterioren estos proyectos.

La aplicación de las cinco eses ya se llevó a cabo en la empresa con excelentes resultados en la planta de fabricación. En el caso del almacén, que está separado de la fábrica, también se consiguió implantar esta técnica, pero, con el tiempo ha perdido su eficacia.

Por tanto, en el almacén se tiene una situación de partida en la que las instalaciones no se están utilizando de la mejor manera y dónde la metodología de las cinco eses que se implantó ha perdido casi toda su utilidad.

La puesta en marcha de un proyecto que mejore la organización actual del almacén y centre la atención en el desarrollo y el mantenimiento de los pilares de las cinco eses dará lugar a un almacén más eficiente y con un buen punto de partida sobre el que desarrollar proyectos de mejora continua.

## **5. VIABILIDAD DEL PROYECTO.**

### **5.1. VIABILIDAD TÉCNICA.**

Este proyecto es técnicamente viable, tanto en el desarrollo como en la aplicación pues las propuestas que se hacen son mejoras sencillas cuya implantación puede ponerse en práctica desde la misma empresa o subcontratando algunos servicios a empresas especializadas.

La metodología usada para la implantación de las técnicas esta estudiada y ha probado su utilidad. Se dispone de los conocimientos teóricos, del equipo físico necesario y de la formación del autor del proyecto.

Es necesaria la adecuada formación de todo el personal involucrado en los conceptos de la técnica utilizada, en este caso las cinco eses englobadas dentro del *lean manufacturing* o producción ajustada.

## **5.2. VIABILIDAD ECONÓMICA.**

Las mejoras que se proponen, tanto las propuestas de carácter general como la aplicación de la metodología son, por lo general, de bajo coste. Por tanto, la viabilidad económica queda justificada por los beneficios que proporciona la implantación de las mejoras propuestas ya que la inversión requerida en las mismas no es excesiva.

En lo que se refiere a las propuestas de mejora, solo alguna inversión se excede un poco. La mayoría son de baja inversión y los que requieren una aportación económica más grande, quedan justificadas por el ahorro que suponen en costes y tiempos.

Por otro lado, los beneficios a largo plazo que generan la aplicación de las técnicas de mejora continua son muy superiores a la inversión. La gran mayoría del presupuesto en este caso se utilizará en la formación.

### **5.3. VIABILIDAD LABORAL.**

El proyecto es viable laboralmente dado que las propuestas realizadas no suponen en ningún caso la contratación adicional de personal por parte de la empresa. Sin embargo, puede ser necesaria la contratación de servicios de otras empresas.

Además, la técnica de las cinco eses y, en general, todas las técnicas del *lean manufacturing* se basan en un mejor aprovechamiento de los recursos en los que también se incluye al personal.



## 6. ESTRUCTURA DEL PROYECTO.

Este proyecto consta de una memoria dónde se describe el proyecto, un presupuesto aproximado del coste del proyecto y los planos necesarios.

La memoria está dividida en 6 capítulos. A continuación se hace un breve resumen del contenido de cada capítulo:

El primero trata sobre la introducción al proyecto y la situación actual de la empresa.

El segundo capítulo es una descripción del almacén que se va analizar y los procesos que se realizan para poner en contexto todo el proyecto.

El tercer capítulo sirve como introducción teórica a la mejora continua y el concepto del *lean manufacturing* así como la descripción de cómo debe hacerse una implementación de la filosofía *lean*.

El cuarto capítulo incluye las distintas propuestas que se realizan con el fin de mejorar el funcionamiento del almacén, la valoración de las mismas y el estudio de cómo llevarlo a cabo.

En el quinto capítulo, la teoría explicada en los dos anteriores se lleva a la práctica con la aplicación de la implementación del *lean manufacturing* al almacén. Se describe como implantar esta filosofía al almacén.

Finalmente el sexto capítulo aborda las conclusiones que se extraen de la elaboración del proyecto y habla sobre posibles proyectos futuros en base de este.



## **CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.**

### **1. DESCRIPCIÓN DEL ALMACÉN EUROPA.**

El almacén Europa, propiedad de la empresa Radiadores Ordoñez, está situado en la ciudad del transporte de Castellón. Este almacén, está separado de la planta de fábrica porque se construyó después de la misma. Como no se disponía de espacio en la parcela de la planta se optó por construirlo en la ciudad del transporte. Esto supone que deba existir un camión que sirva de conexión en el transporte de material entre el almacén y la planta de fábrica.

Se trata de un almacén compartido en el que encontramos producto acabado, materia prima y producto semielaborado. Estos almacenes son distintos pero no están separados físicamente dentro del local. Se trata del almacén 01 o almacén de materias primas y del almacén 02 o almacén de producto acabado. En el plano 1 se puede observar con detalle la distribución del almacén, con las zonas diferenciadas.

Las distintas zonas que se marcan en el plano son:

- Muelle.
- Almacén de producto acabado: Se encuentra el producto acabado y cartones utilizados en los embalajes.
- Almacén de tubos cortados: Se almacenan tubos y componentes de los radiadores (juntas, depósitos...).
- Almacén de rollos de aluminio.
- Almacén de planchas: Incluye las planchas de metal y más componentes de los radiadores así como evolutas.
- Almacén de tubos de 3m
- Zona de material pendiente de recepción
- Zona de devoluciones de fábrica
- Zona de prototipos
- Zona de devoluciones a proveedor
- Zona de sierras
- Oficinas
- Vestuarios y WC

Es un almacén de estanterías convencionales estáticas de simple fondo. Este es el sistema más versátil a pesar de que se reduce la capacidad de almacenamiento. Además, su flexibilidad hace que este sistema sea ideal para alojar paletas de diferentes tamaños.

Este tipo de almacenaje es apropiado para instalaciones en las que se manejan muchas referencias y pocas paletas por cada referencia.

Este almacén está conectado con el resto de secciones de la fábrica mediante un sistema informático que utilizan con el ordenador. También está conectado con el almacén general de la planta de fabricación o almacén 13. En este, no se guarda producto acabado sólo materia prima. Este almacén, de tamaño inferior, sí está situado en la misma planta.

El material debe darse de alta o de baja, según salga o entre del almacén o sección, en el sistema de cada almacén o sección. Así, si una sección necesita rollos de aluminio para fabricar, los rollos se dan de baja en el almacén cuando estos son enviados a la planta, y se dan de alta en el sistema o PC de la sección que recibe esta materia prima. Todos los días un camión conducido por un operario va del almacén a la planta y vuelve tres veces. Cuando va transporta materia prima a la fábrica y al volver lo hace con devoluciones, tubos o producto acabado.

En el almacén también se da lugar un proceso de fabricación. Hay dos sierras que sirven para cortar los tubos de 3 m del proveedor a la longitud deseada según el producto que se esté fabricando.

Cabe mencionar que el método de trabajo utilizado para la gestión del inventario es el FIFO (first in, first out). Se trata de una técnica en la que el primer producto que entra es el primero que sale. Esta técnica es adecuada cuando existen en el mismo almacén productos iguales pero de distintos lotes.

### Herramienta informática

La empresa utiliza un programa ERP, *Enterprise Resource Planning*, planificación de recursos empresariales para gestionar todo el material y los productos que hay y dónde están. Este programa es también el que utilizan en el almacén para la realización de las gestiones. A través de él, son capaces de recepcionar material, ubicarlo, ver los pedidos de fábrica, gestionar incidentes...

Un ERP es un conjunto de sistemas de información que automatizan e integran múltiples prácticas de una empresa para ayudar a gestionarla. Estas prácticas pueden ser de diferentes índoles entre las que se incluyen la producción, las ventas, la logística, el inventario... Gracias a un sistema de software ERP una empresa automatiza su gestión y se hace más competitiva. Hay dos tipos de ERP, los horizontales o generalistas, que son de aplicación a la mayoría de empresas de cualquier sector. Y los ERP verticales o especializados que se desarrollan de forma especial para la empresa en concreto.

El principal objetivo de los ERP es otorgar apoyo a la empresa y dotarle de un eficiente manejo de información. Otros objetivos son:

- Eliminación de datos y operaciones innecesarias
- Acceso a la información compartida
- Optimización de los procesos empresariales y de gestión

Las características que distinguen un ERP de otros softwares es que son modulares y configurables. Son modulares porque el sistema está compuesto por distintos módulos, los cuales se instalan según la necesidad del cliente. Ejemplos de estos módulos pueden ser finanzas, ventas, materiales, logística... Los ERP son configurables porque una vez instalados admiten nuevos cambios y nuevas configuraciones mediante un desarrollo del código del software. Por lo tanto se pueden adaptar a cualquier empresa o proceso.

El programa cuenta con una base de datos amplia y centralizada en la que se incluyen los diferentes tipos de embalaje, las ubicaciones, que tipo de embalajes van a cada ubicación y todos los datos necesarios para el correcto funcionamiento del almacén. Es capaz de imprimir etiquetas cuando se hacen las ubicaciones de los materiales, de imprimir listas de retirada de materiales con la referencia y ubicación...

El sistema trabaja por FIFO y siempre sugiere el material más antiguo cuando se van a realizar expediciones. Cuando hay que ubicar cualquier elemento, el sistema muestra todas las ubicaciones disponibles para el tipo de embalaje del elemento en cuestión (el tipo de embalaje lo introduce el operario y esta estandarizado). No solo muestra las ubicaciones libres sino que también las que están parcialmente ocupadas y son capaces de almacenar más productos.

Este sistema cuenta con un almacén ficticio intermedio, el almacén 10, en el que se encuentra el material recepcionado pero pendiente de ubicar. La estructura del proceso se muestra en la siguiente figura:

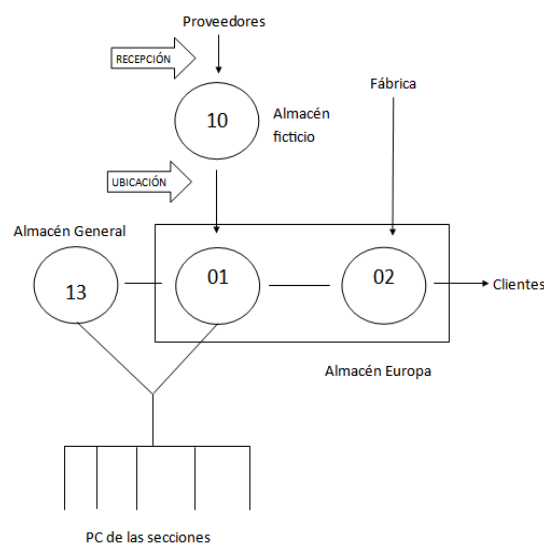


Figura 1: Esquema del funcionamiento del almacén. 10: Nombre del almacén ficticio; 13: Nombre del almacén general; 01: Almacén de materia prima; 02: Almacén de producto acabado.

## 2. PROCESOS DEL ALMACÉN.

Los procesos que tienen lugar dentro del almacén incluyen todos los trabajos que se realizan en él, tanto la gestión como la manipulación de los productos que se almacenan. Estos procesos son:

- Gestión de envíos. Incluye:
  - Envíos a clientes
  - Envíos a fábrica
  - Devoluciones a proveedores
- Recepción de materiales. Incluye:
  - Recepción de materia prima
  - Devoluciones de material de fábrica
  - Recepción de tubos desde fábrica
  - Recepción del producto acabado

Un proceso distinto a estos por sus características, es el que se da con los productos de la empresa **Pintecas**. En el último punto se explica cómo funciona este proceso.

La secuencia de tareas a realizar en cada proceso de los comentados anteriormente se muestra a continuación:

### Gestión de envíos:

- Envíos a clientes

Este proceso detalla los pasos a seguir para hacer la gestión de un envío a cliente.

1. Entrada de la orden de envío por parte de otro departamento, generalmente el departamento encargado de ventas.
2. Se hace una lista de retirada, dónde aparece el producto que va a salir junto a su referencia y su ubicación en el almacén. En esta lista se resaltan las referencias y los números de bultos que se van a enviar con el fin de facilitar su lectura al operario de la carretilla. Cuando se hace esto, se busca que el producto retirado sea el más antiguo posible y que se haga de forma que se dejen el máximo número de huecos posibles.
3. Después de gestionar la lista de retirada, se imprimen las etiquetas que se van a pegar en los productos que salen.
4. Se cargan los datos del envío en un lector de productos. Se introducen datos como la referencia del producto, del cliente, la cantidad...
5. Se imprimen tres copias del albarán y se pega una en uno de los productos que salen (cualquiera) y las otras dos copias se meten en un sobre que se le entregará al transportista con la etiqueta de la dirección del envío.
6. Se saca el material al muelle (rampa).

7. Se pegan las etiquetas.
8. Se lee el producto con el lector para asegurarse de que el material enviado es el correcto.
9. Se carga al camión.

Según clientes, hay que realizar ciertos procesos de forma distinta. BMW por ejemplo pide que se refuercen las etiquetas pegando otras en las esquinas. Aston Martin utiliza unas cajas pequeñas con las que hay que hacer un pequeño *picking* cuando el producto es sacado al muelle. Estas peticiones son del cliente y esto hace que sea difícil poder cambiarlo porque no depende de la propia empresa.

- Envíos a fábrica:

La gestión de la materia prima que se envía a fábrica es ligeramente diferente a los envíos a clientes aunque también se trate de un envío:

1. Las secciones piden el material que necesitan a través del sistema utilizando los PC de cada sección.
2. El pedido aparece en el buzón del sistema del almacén para que se gestione.
3. Se selecciona el material deseado y se hace una lista de retirada dando así el material de baja en el almacén 01.
4. Cuando el material se carga al camión que va a planta o se deja en el muelle para cargarlo, en vez de pegar unas etiquetas, se escribe el número de la sección a la que va cada producto encima de la etiqueta de ubicación del producto.
5. El camión va a fábrica a descargar y vuelve al almacén.

- Devoluciones proveedor:

Cuando se detecta que la materia prima es defectuosa, se debe devolver el material al proveedor:

1. Calidad da aviso de baja calidad y envía una hoja con la información.
2. La fábrica devuelve las piezas al almacén.
3. Se hace la recepción normal de estas piezas pero se les da una ubicación ficticia apostada para estos casos.
4. Se debe hacer un ajuste en el sistema. El material debe meterse todo en el sistema para que todo el material este en el almacén y se puede anular la entrada que se hizo de ese tipo de material el día que llegó.
5. Se avisa al departamento de compras para que generen un pedido del producto que se va a quedar en el almacén (el que no se va a devolver).
6. Se hace la recepción del producto. Si había producto en el almacén, se le da la ubicación que ya tenía para no moverlo.

7. El material que se debe devolver se le da una ubicación ficticia.
8. Se pega el albarán al bulto.
9. Se elabora el documento para que firme el transportista como que ha recogido el material.

### **Recepción de materiales:**

- Recepción de materia prima:

Cuando llega el material de proveedores al almacén, se debe hacer la recepción de este producto y darle una ubicación adecuada. Actualmente se siguen los distintos pasos:

1. Descarga del camión y comprobación del albarán.
2. Hacer fotocopia del albarán. Una copia del albarán se queda en el almacén y la otra se envía al departamento de compras.
3. Material queda pendiente de recepción.
4. Antes de hacer la recepción, se vuelve a comprobar el albarán. Generalmente el material pasa un tiempo en pendiente de recepcionar por lo que se vuelve a comprobar el albarán porque el operario ya no recuerda exactamente que se va a hacer con la misma recepción.
5. Se hace la recepción del material al sistema mirando el albarán.
6. Se busca la ubicación del material en el sistema. Si el embalaje es de mediadas normalizadas (paletas) o con embalajes que se utilizan normalmente en el almacén, dar la ubicación desde el sistema es rápido y fácil. Si por el contrario, el embalaje es distinto o la ubicación ya está parcialmente ocupada, habrá que ir a pie a buscar una ubicación o comprobar que puede entrar en una parcialmente ocupada.
7. Se imprimen las etiquetas con la referencia del producto y la ubicación.
8. Se pegan las etiquetas en las cajas y, si el material lo requiere, se sacan muestras para el departamento de calidad.
9. Se ubica físicamente con carretilla.

- Devoluciones de material de fábrica:

Las materias primas se envían a la planta cuando las secciones los necesitan para fabricar cierto producto. Pero cuando terminan de fabricarlo, la materia prima sobrante es devuelta al almacén. Cuando llega, se gestiona de la siguiente manera:

1. Al llegar, se pesan las paletas y se anota el peso encima de la etiqueta antigua. Esto lo hace el carretillero en el momento que se descarga el camión. El material se deja en la zona de devoluciones de fábrica, pendiente de su recepción.



2. Se registran los datos del material de entrada con un impreso adecuado para eso. Se anota la referencia, el n° de recepción, la cantidad (en kg, n° de piezas) y la sección.
3. En el ordenador, se busca material de la misma referencia con el fin de buscar una ubicación para el material devuelto. Se intenta compactar dentro de lo posible para que el material devuelto sea ubicado en donde haya más material igual (misma referencia, mismo lote).
4. Según que materiales y cuando no existen productos iguales o el embalaje no es estándar o no se puede agrupar, hay que buscar la ubicación físicamente en el almacén y anotar la ubicación encontrada en el impreso.
5. En el sistema, se hace la recepción del material. Se hace el cambio de almacén de la cantidad que se haya pesado o contado: se descuenta de cada sección y se da de alta en el almacén.
6. Se ubica compactando lo que se pueda.
7. Se imprimen etiquetas, se pegan encima de las antiguas y se ubica con la carretilla.

- Recepción de tubos desde fábrica

Los tubos se fabrican en las máquinas de tubos que hay en la fábrica. Después se transportan en el camión que viene y va del almacén todos los días. Cuando llegan al almacén, tiene una recepción distinta al resto aunque muy similar a los productos que se devuelven de fábrica solo que no hay que pesarlos ni descontar taras. El proceso vendría a ser:

1. Descargar del camión y dejar en pendiente de recepción.
2. Se anota en un impreso la fecha, la referencia y la cantidad de tubo que entra. Esta cantidad va en una etiqueta pegada al bulto.
3. Se hace la recepción en el sistema.
4. Se ubica desde el sistema.
5. Se imprime la etiqueta de ubicación y se pega.
6. Se ubica con la carretilla.

- Recepción del producto acabado:

El producto acabado que viene de la planta al almacén tiene un trato ligeramente diferente a la materia prima. Como es un proceso que se repite tres veces por día, todos los días con el fin de agilizarlo hay un PC con un lector de etiquetas al lado del muelle que sirve para hacer la recepción de este producto.

1. Se descarga el camión. Las devoluciones y los tubos se dejan en pendiente de recepción, los prototipos en su ubicación específica y el producto acabado se deja al lado del muelle, junto al PC.

2. El operario que ha descargado el camión lee las etiquetas que llevan y recepciona el producto acabado al mismo tiempo que le da ubicación. Intenta que los productos iguales se almacenen en el mismo sitio para no mezclar paletas de distintos productos en la misma ubicación ya que esto podría dar lugar a movimientos de materiales innecesarios.
3. Se generan las etiquetas y se pegan a un lateral de las cajas.
4. Se lleva el material a su ubicación con la carretilla.

Si hay producto acabado que sale el mismo día no hace falta darle ubicación, con recepcionarlo basta y así se ahorran viajes con la carretilla. Las etiquetas se leen por orden de mismas referencias para poder dar las ubicaciones de forma ordenada.

### **Proceso de Pintecas:**

Pintecas es una empresa de pintura a la que Radiadores Ordoñez envía productos para que los pinten y luego vuelven a la fábrica. El proceso que siguen estos productos es el siguiente:

1. Camión va desde la planta de Radiadores Ordoñez a la empresa Pintecas.
2. Descarga nuevos productos a pintar y carga productos pintados.
3. Camión va hasta el almacén y descarga los productos pintados.
4. Se hacen dos copias del albarán. Una para compras y otra para el almacén.
5. Como en el albarán aparecen todos los productos pintados juntos, pero hay algunos que van a fábrica y otros al almacén, hay que ver que materiales hay que recepcionar en el almacén.
6. Se comprueba que el albarán este correcto y que el producto descargado sea el correcto.
7. Se hace la recepción en el sistema del PC.
8. Se generan dos copias de cada hoja de calidad que haya (hay tantas hojas de calidad como referencias). Una copia para el departamento de calidad y otra para el almacén.
9. El material recepcionado está bloqueado por metrología y no se puede ubicar. Hay que llamar a metrología para que lo desbloqueen.
10. Se ubica el material en el sistema. Por el tamaño del embalaje, la mayoría de veces hay que buscar la ubicación a pie (físicamente) y no a través del sistema.
11. Se generan las etiquetas y se pegan en el material.
12. Se ubican con la carretilla.

En el anexo 2 se han esquematizado estos procesos siguiendo el modelado IDEF0. Se ha hecho con el fin de clarificar estos procesos.

### **3. PROBLEMÁTICAS GENÉRICAS DEL ALMACÉN.**

Lógicamente la principal problemática que tiene el almacén es que este no se encuentra en la fábrica o justo al lado. Esta distancia entre el almacén y la planta hace que sean necesarios viajes y transportes de productos entre el almacén y la fábrica con los gastos que ello conlleva. Pero este problema no entra dentro del alcance de este proyecto por lo que no va a ser analizado.

Como se ha visto en antecedentes, la empresa ha tenido una evolución desfavorable desde hace unos años aunque últimamente la venta de productos se ha estabilizado y lleva ya unos años en los que el nivel de ventas no varía demasiado. El almacén se construyó en el año 2000 porque las ventas y el nivel de producción eran altos y necesitaban un almacén que actualmente no está siendo totalmente aprovechado.

El producto fabricado también ha variado por lo que el almacén se ha quedado ligeramente anticuado. Anteriormente, el cobre era el principal material con el que se fabricaban los radiadores y el hierro era muy usado para los distintos componentes de un radiador. Con el tiempo, las ventajas del aluminio sobre el cobre, principalmente el precio, provocaron que comenzaran a producirse muchos más radiadores de aluminio que de cobre.

Tras 16 años sin grandes modificaciones en el almacén, los productos y la materia prima han cambiado sustentablemente y se requiere realizar un análisis y un estudio de la situación actual con el fin de mejorarla.

En cuanto al tema organizativo, los métodos de trabajo hace tiempo que no se revisan. Sería conveniente hacer un análisis bajo un punto de vista crítico de la organización y del modo de trabajo actual con la finalidad de aplicar o implementar nuevas metodologías de trabajo que mejorasen la situación.



## CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO.

### 1. INTRODUCCIÓN.

Además de la innovación en sus productos, actualmente las empresas industriales buscan innovar con técnicas organizativas y de producción que las hagan más competitivas. Los modelos de mejora continua como el *lean manufacturing* son una opción probada cuya aplicación debe tomarse muy en cuenta por cualquier empresa que aspire a ser competitiva.

El *lean manufacturing* es conocido en su traducción al castellano bajo distintos términos: “fabricación ágil”, “fabricación esbelta”, “producción ajustada” o “producción sin grasa”. Para englobar todos estos términos y evitar confusiones, durante este capítulo y los siguientes se ha optado por el uso de “*lean manufacturing*” que es el más extendido. También se ha utilizado el término “*lean*” para referirse a lo mismo.

En este capítulo se va a hacer una aproximación al concepto de mejora continua, qué beneficios aporta a las empresas y qué técnicas o metodologías se pueden incluir dentro de ese concepto. Del mismo modo, también se introducen los conceptos que engloba el *lean manufacturing*, una metodología para lograr la mejora continua.

Estos procesos no son solo técnicas de trabajo, se trata de una filosofía o cultura de trabajo cuyo origen radica en Japón y que fue inicialmente desarrollado por la empresa Toyota. Estos modelos plantean el desafío de que se cambia radicalmente la forma de trabajar cuando se implementan en una empresa y requiere que todos los trabajadores, desde los altos cargos hasta los operarios, interioricen esta cultura. La clave de estas técnicas esta en implementar una nueva cultura que tienda a buscar y aplicar mejoras tanto a nivel de producción como de organización.

Para implementar un proceso de *lean manufacturing* en una empresa es necesario conocer ciertos términos, así como los principios de esta metodología. Esta técnica incluye dentro otras técnicas que van a ser de gran ayuda para su implementación y la consecución de los objetivos de la mejora continua.

## 2. REVISIÓN GENERAL DE LAS PRINCIPALES TÉCNICAS DE MEJORA CONTINUA.

El concepto de mejora continua, también conocida como *Kaizen*, hace referencia a una filosofía que intenta optimizar y mejorar la calidad de un producto, proceso o servicio de forma continuada en el tiempo. En las empresas de fabricación es de gran utilidad ya que busca mejorar minimizando los costes de producción para obtener los productos de la misma calidad o mejor.

La mejora continua es una técnica de mejora de la calidad que surge en Japón, de ahí el nombre *Kaizen*, a raíz de las consecuencias de la Segunda Guerra Mundial. El *Kaizen* se consolidó como una filosofía sinérgica y se convirtió en un estilo de vida que dio lugar a un cambio cultural que influyó en el desempeño productivo de los japoneses. *Kaizen* significa “cambio para mejorar” y su traducción literal es:

KAI: Modificaciones

ZEN: Para mejorar

El sistema de mejora continua se sustenta principalmente en integrar de forma activa a todos los trabajadores en los procesos de mejora. La implementación de pequeñas mejoras tiene el potencial de mejorar la eficacia de las operaciones y crear una cultura empresarial en la que el personal participa de forma activa en la búsqueda de soluciones y la continuidad de los aportes.

La mejora continua o *Kaizen* tiene las siguientes características:

- El ritmo de la mejora continua es a largo plazo y de larga duración.
- Los cambios se producen de forma gradual y constante.
- Es un proceso documentado. Es decir, existen criterios y estándares que permiten que todos los partícipes de un proceso lo conozcan y lo ejecuten de la misma manera.
- Incluyen métodos de medición o indicadores que permiten medir los resultados para ver si se consiguen los resultados y poder evaluarlos.
- Participan todas las personas relacionadas con el proceso.

El *Kaizen* hay que entenderlo como un proceso regular y sostenible en el tiempo y no como a un arreglo temporal. Para su implementación es muy importante que todos los integrantes de la empresa lo conozcan e integren la cultura de trabajo que este método propone.

Por tanto, podríamos decir que el objetivo principal de esta herramienta es el de crear una cultura de mejora continua que integre a toda la plantilla de trabajo.

## 2.1. BENEFICIOS.

Las ventajas que ofrece el método de mejora continua son muy variadas, desde el aumento de la productividad hasta la creación de un mejor ambiente de trabajo. Estos beneficios se pueden resumir como:

- ✓ Generar menos residuos. Al ganar en eficiencia se eliminan desechos.
- ✓ Aumenta los niveles de satisfacción de los trabajadores.
- ✓ Mayor grado de compromiso. Los miembros del equipo incrementan su interés por el trabajo y se comprometen más con los objetivos de la empresa.
- ✓ Incremento de la competitividad. Se reducen costes y se incrementa la calidad del producto.
- ✓ Mayor satisfacción por parte del cliente. Un mejor servicio consigue que los clientes se sientan satisfechos.
- ✓ Optimización en la resolución de problemas. Los problemas se resuelven de forma continua.
- ✓ Fortalecimiento de los equipos. El trabajo en equipo consigue que se fortalezcan los vínculos y se consiga equipos más comprometidos.

## 2.2. PRINCIPIOS DEL KAIZEN.

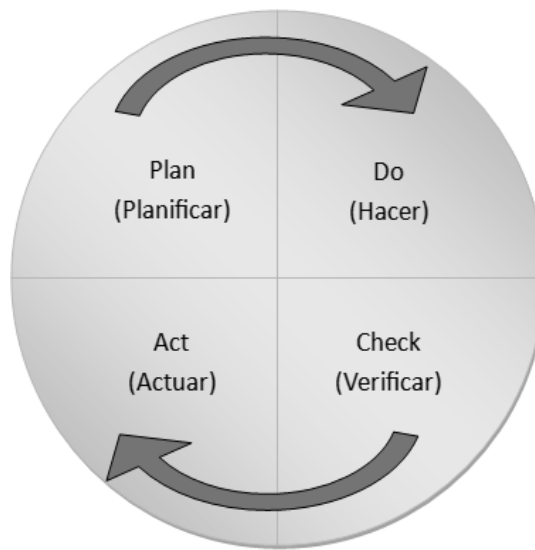
Existen cuatro principios fundamentales a tener en cuenta cuando se quiere implantar el *Kaizen* o proceso de mejora continua:

1. **Optimización de los recursos actuales:** Es importante analizar el grado actual de utilización de los recursos y buscar alternativas que mejoren el uso y el funcionamiento de los mismos antes que la búsqueda de otros recursos.
2. **Rapidez para encontrar soluciones:** Las soluciones deben encontrarse de forma rápida pues este es uno de los objetivos del Kaizen. En caso de ser un problema grande, este método propone desgranarlo en otros más sencillos y resolverlo gradualmente lo más rápido posible.
3. **Criterio de bajo o nulo coste:** Esta filosofía es de mínima inversión, es decir, va en contra de la inversión de capital para mejorar parámetros siempre que se pueda evitar. Promueve la estimulación del personal en busca de soluciones sencillas y baratas que consigan pequeñas mejoras.
4. **Participación activa del operario en todas las etapas:** Es importante hacer que el operario forme parte activa de todas las etapas de las mejoras incluyendo la planificación, el análisis, la ejecución y el seguimiento. Él es más conocedor de los principales problemas que presenta su puesto.

### 2.3. METODOLOGÍA KAIZEN.

Antes de empezar con la aplicación de la metodología la empresa, es importante que la dirección de la empresa muestre su intención de implementarla y se comprometa con el desarrollo de actividades de mejora continua. También es muy importante hacer una formación correcta a los empleados para que la cultura y la filosofía *Kaizen* sean aceptadas y estén inculcadas en todos los trabajadores.

El ciclo de Deming o ciclo PDCA es una herramienta que explica los pasos para implementar la mejora continua de forma resumida y simple. En él se resumen la manera de pensar y resolver los problemas que deben tener los trabajadores que formen parte de un proceso.



*Figura 2: Ciclo de Deming*

#### 1. Planificar

En esta etapa se planifica el proceso, se selecciona el objeto o proceso que se quiere analizar y se establecen unos objetivos. Primero se hace un análisis de la situación de partida y partiendo de esta base se marcan unos objetivos y se establece un plan de trabajo y unos indicadores.

#### 2. Hacer

Aquí se llevan a cabo las acciones planificadas. Primero se hace una preparación de las acciones que van a realizarse, después se dan lugar estas acciones y finalmente se verifica la aplicación de las acciones.

#### 3. Verificar

Ahora se deben de comprobar los resultados. Después de realizar las acciones, se verifican los resultados y se comparan con las metas establecidas en el paso 1.



#### 4. Actuar

El primer paso es analizar los datos obtenidos. A continuación se deben establecen estándares para que se consoliden los cambios realizados y además es muy importante en esta etapa la búsqueda de alternativas de mejora y optimización.

Este ciclo se retroalimenta y no finaliza nunca ya que siempre se puede mejorar. Después del último paso vuelve al primero para seguir mejorando el mismo proceso.

Con esta base de la mejora continua, existen muchas técnicas y metodologías que se pueden aplicar en cualquier sector con el fin de aumentar la calidad o la productividad. Todas ellas parten del común de que siempre es posible mejorar y de las necesidades que tienen las empresas por mejorar continuamente para ser competitivas. Una de estas metodologías es el *lean manufacturing* que engloba diversas técnicas y herramientas de mejora continua y de mejora de la productividad.

En conclusión, el método *Kaizen* busca alcanzar la excelencia a través de pequeños pasos que con el tiempo generen importantes mejoras y sin dejar nunca de plantear alternativas y buscar formas de mejorar la situación actual.

### 3. METODOLOGÍA *LEAN MANUFACTURING*.

El *lean manufacturing* es una filosofía de trabajo que consiste en un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de todo tipo de desperdicios que son aquellos procesos o actividades que no agregan valor al producto o no son necesarios. Se trata de una técnica que se puede comprender dentro del conjunto de técnicas de la mejora continua.

La principal premisa de este método es que “todo puede mejorarse” de manera que hay que buscar continuamente formas de mejorar. El *lean manufacturing* busca aquello que hacemos que no agrega valor al producto y tiende a eliminarlo o reducirlo. Para la consecución de los objetivos, utiliza la aplicación de un conjunto de técnicas que tratan de abarcar todos los aspectos de la producción y la gestión.

El objetivo final es el de generar una nueva cultura de la mejora basada en la comunicación y el trabajo en equipo. Para ello, cada caso debe adaptarse de forma particular ajustando la aplicación del *lean* a su situación. La filosofía *lean* busca de manera continuada nuevas formas de hacer las cosas con el mínimo coste, una calidad competitiva y una alta flexibilidad.

Entre los objetivos del *lean manufacturing* se encuentran:

- Minimizar los inventarios
- Minimizar los tiempos de operación y de entrega a clientes
- Optimizar el espacio de trabajo
- Minimizar los costes y consumos
- Mejorar la calidad

En resumen, contribuye a que la organización produzca de forma más eficiente, cosa que hará que sea más competitiva e innovadora.

#### 3.1. ORÍGENES Y ANTECEDENTES.

A principios del siglo XX surgen las técnicas de organización que formalizan y los conceptos de fabricación en serie. Se trataba de un conjunto de acciones y técnicas para definir una nueva forma de organización basada en la producción rígida y a gran escala. Pero a mitad del siglo XX, después de la segunda guerra mundial, en Japón, por la necesidad de economizar los procesos por su precaria situación tras la guerra, empiezan a surgir métodos y modelos de trabajo que rompen con las técnicas antiguas. Los japoneses, desprovistos de recursos, tenían el reto de lograr beneficios sin recurrir a economías de escala por lo que empezaron a estudiar los diferentes métodos de producción.

En este ambiente es cuando nace la empresa Toyota, que empezó a aplicar estas técnicas de la mejora continua y la producción ajustada creando el modelo del *just in time* (JIT). Es en este momento cuando nacen las filosofías de trabajo que fomentan los principios de la mejora continua como el *Lean manufacturing*, el SMED, el JIT, las 5s...

### 3.2. PRINCIPIOS.

Las organizaciones que buscan implementar esta metodología persiguen objetivos de mejora de los procesos. Hay que tener en cuenta que la complejidad de implementar estas técnicas radica en que el *lean manufacturing* precisa de un compromiso por parte de la organización y de una adaptación cultural. Si esta adaptación y compromiso no se tienen, es muy fácil fracasar en su implementación. En base a esto, existen tres principios clave para una ejecución adecuada del *lean*:

- **Es un proyecto estratégico:** Debe estar incluido en el plan de la organización y relacionado con las prioridades de la empresa.
- **Estructuras colaborativas:** La estructura organizacional debe incluir a todos.
- **Es un compromiso de todos**

Existen otros principios que también son importantes y deben tenerse en cuenta como por ejemplo:

- Descentralizar la toma de decisiones
- Obtener el compromiso total de la dirección
- Reducir los defectos o desperdicios
- Crear un flujo de proceso continuo

### 3.3. BENEFICIOS.

Actualmente, el número de empresas que intentan implementar el *lean manufacturing* está creciendo a medida que se conocen y se comprueban los beneficios que esta técnica aporta. Los beneficios más destacados son los siguientes.

- ✓ Mejora de la productividad. El incremento de la eficiencia ayuda a producir más por menos y la eliminación de procesos improductivos reduce ostensiblemente los costes.
- ✓ Reduce desperdicios o “desperdicios”. En una empresa existen distintos tipos de desperdicios que el método *lean* trata de encontrar y eliminar. La reducción de residuos y del número de desperfectos conlleva a una mejora logística que permite una mejor organización.

- ✓ Los plazos de ejecución disminuyen. Al conseguir que las operaciones sean más rápidas, se puede realizar más trabajo que antes en el mismo tiempo.
- ✓ Reducción de costes e inventarios. Al eliminar despilfarros y agilizar los procesos, se puede trabajar con menos inventarios y de forma más económica.
- ✓ Mejora del servicio al cliente. Una buena gestión y organización implantadas por el *lean* permite ofrecer un servicio de calidad al cliente con entregas a tiempo y menos productos defectuosos.

### 3.4. RESISTENCIA A LA IMPLANTACIÓN.

Conociendo los beneficios de la aplicación del *lean manufacturing* resulta evidente que se trata de una gran mejora para cualquier empresa. Sin embargo, existe cierto rechazo a la aplicación de esta técnica por parte de muchos profesionales o empresas.

Las causas principales de este rechazo suelen ser el escepticismo sobre la filosofía *lean*, la idea de que esta técnica sólo es otra iniciativa más y la idea de que no hay tiempo para ejecutarlo.

### 3.5. DESPILFARROS.

En los puntos anteriores se ha visto que uno de los objetivos del *lean* es la detección y eliminación de desperdicios o despilfarros. Es importante saber distinguir y reconocer los desperdicios para saber que técnicas conviene aplicar. Estos despilfarros suelen ser comunes en todas las empresas y se detectan con frecuencia.

Cuando hablamos de despilfarros o desperdicios nos referimos a todo lo que no aporta valor al producto o que no es imprescindible para fabricarlo. A través de tres pasos, se pueden eliminar los desperdicios. Estos tres pasos son llamados “Hoshin” (brújula):

- Identificar el desperdicio y el valor añadido en cada proceso
- Eliminar despilfarros utilizando técnicas *Lean*
- Estandarizar el trabajo que más valor añadido genere. Volver a empezar este ciclo de tres pasos.

#### 3.5.1. Tipos de despilfarros.

##### Exceso de almacenamiento

El almacenamiento presenta la forma de despilfarros más clara. Se encubren productos obsoletos que no se detectan hasta que se hacen inventarios físicos, necesita cuidado y gestión y genera unos costes que resultan complicados de contabilizar. Esta actividad no

añade valor al producto pero sí que tiene un coste y es imprescindible por lo que es importante minimizar los costes de esta operación.

Este desperdicio es el resultado de tener más existencias de las necesarias tanto antes como después de la cadena de producción.

Se pueden aplicar acciones que busquen implementar el JIT u otras que nivelen más la producción con las que se consiga disminuir el stock.

### **Sobreproducción**

La sobreproducción se refiere a fabricar más productos de los necesarios o tener máquinas o equipos de mayor capacidad que la que se necesita. Detectar este problema puede resultar complicado ya que puede parecer que aparentemente todo está bien.

Estandarizar los procesos, nivelar la producción o intentar implementar el sistema “pull” en fabricación son buenas herramientas para resolver este problema y minimizar los despilfarros por sobreproducción.

### **Tiempos de espera**

Son los tiempos muertos en los que hay que esperar derivados de secuencias de trabajo deficientes. Los procesos mal diseñados pueden hacer que los operarios tengan que esperar a que otro operario acabe o a que un proceso finalice sin que estén haciendo nada.

Mejorar en la preparación de equipos (SMED), mejorar la distribución y formar correctamente a los operarios reduce directamente los tiempos de espera.

### **Transporte y movimientos innecesarios**

Se refiere a excesivos movimientos de material u operarios en la cadena de fabricación. Analizando los procesos, se puede llegar a la raíz del problema y la solución suele ser realizar una nueva distribución que evite todos estos movimientos de más.

### **Defectos y rechazos**

Cuando hay un error debe realizarse una operación de reproceso para corregir el error. Es imposible reducir a cero el número de defectos o rechazos pero hay que tratar de minimizarlo porque cada error tiene un coste.

Técnicas que pueden ayudar a minimizar estos defectos son poka-yokes, estandarización, control visual, TPM...

A continuación, a modo de resumen, se expone una tabla con los despilfarros más comunes, sus características, sus causas y acciones *lean* para minimizar o eliminar el despilfarro.

Despilfarro	Características	Causas	Acciones <i>lean</i>
<b>Exceso de almacenamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiales o productos obsoletos almacenados</li> <li>- Excesivo espacio</li> <li>- Baja rotación</li> <li>- Costes de almacén elevados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procesos con poca capacidad</li> <li>- Cuellos de botella no identificados</li> <li>- Tiempos de preparación o espera largos</li> <li>- Sobreproducción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivelación de la producción</li> <li>- Sistema JIT de entrega a proveedores</li> <li>- Monitorización de tareas intermedias</li> </ul>
<b>Sobreproducción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gran cantidad de stock</li> <li>- Equipos sobredimensionados</li> <li>- Tamaño grandes de lotes de fabricación</li> <li>- Equipamiento obsoleto</li> <li>- Necesidad de mucho espacio de almacenaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procesos no capaces y poco fiables</li> <li>- Tiempos de cambio y preparación elevados</li> <li>- Respuesta a previsiones, no a demandas</li> <li>- Falta de comunicación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flujo pieza a pieza</li> <li>- Implementación del sistema “pull”</li> <li>- Técnicas SMED</li> <li>- Nivelación de la producción</li> <li>- Estandarizar operaciones</li> </ul>
<b>Tiempos de espera</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operario espera a que maquina termine</li> <li>- Exceso de colas de material</li> <li>- Maquina espera a operario</li> <li>- Operario espera a otro operario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Métodos no estandarizados</li> <li>- “Layout” deficiente</li> <li>- Falta maquinaria adecuada</li> <li>- Producción en grandes lotes</li> <li>- Baja coordinación entre operarios</li> <li>- Tiempos preparación o cambio de herramientas elevados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivelación de producción. Equilibrado de la línea</li> <li>- “Layout” específico</li> <li>- SMED</li> <li>- Formación adecuada operarios</li> </ul>
<b>Transporte y movimientos innecesarios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contenedores demasiado grandes o pesados</li> <li>- Exceso de operaciones de movimiento de materiales</li> <li>- Equipos de manutención viajan vacíos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “Layout” obsoleto</li> <li>- Gran tamaño de lotes</li> <li>- Procesos deficientes</li> <li>- Excesivos almacenes intermedios</li> <li>- Baja eficiencia de operadores y maquinas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “Layout” adecuado</li> <li>- Trabajadores polivalentes y multi-funcionales</li> </ul>
<b>Defectos y rechazos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida de tiempo y de recursos materiales</li> <li>- Mala planificación</li> <li>- Baja calidad</li> <li>- Flujo complejo</li> <li>- Recursos humanos adicionales para la inspección</li> <li>- Baja motivación operarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Movimientos innecesarios</li> <li>- Proveedores o procesos no capaces</li> <li>- Mala formación operarios</li> <li>- Técnicas o utillajes inapropiados</li> <li>- Proceso productivo deficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Automatización con toque humano (Jidoka)</li> <li>- Estandarización operaciones</li> <li>- Poka-yoke</li> <li>- Implantación elementos aviso</li> <li>- Mejorar mantenimiento (TPM)</li> <li>- Control visual: Kanban y 5s</li> </ul>

Tabla 1: Tipos de despilfarros y características

### 3.6. TÉCNICAS *LEAN*.

Existen muchas técnicas o herramientas que nos van a ayudar a implementar la filosofía del *lean manufacturing*. Desde algunas básicas que deberían de estar en cualquier empresa que quiera ser competitiva como las 5s, la SMED o los *poka-yokes* hasta otras más complejas que solo se pueden implementar si se cuenta con una buena base, como el *just in time*, pasando por técnicas como las seis sigma o el TPM (Mantenimiento Productivo Total).

Entre las técnicas de mejora de la productividad se incluyen:

- *Poka-yoke*: Se trata de una técnica que se aplica con el fin de evitar errores en la operación de un sistema. Algunos lo definen como un *sistema a prueba de tontos* que garantiza la seguridad de la maquinaria ante los usuarios y procesos y la calidad del producto final
- SMED: Es una herramienta que busca reducir los tiempos empleados en un sistema productivo para el cambio y la puesta a punto del utillaje.
- Mantenimiento productivo total (TPM): Es una técnica destinada a maximizar la eficacia de los equipos a lo largo de toda la vida útil de los mismos. Su objetivo principal es involucrar en el mantenimiento de los equipos a todas las personas

Entre las técnicas de mejora continua se pueden encontrar:

- Las cinco eses: Es una técnica de gestión japonesa basada en cinco principios simples que tiene el objetivo de lograr lugares de trabajo ordenados y limpios para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral.
- Gestión de la calidad total (TQM): Es un sistema de gestión de una organización cuyo objetivo es conseguir el máximo de eficiencia, eficacia y flexibilidad en todos sus recursos.
- Sistema de producción *Just In Time* (JIT): Es una filosofía que define como debería optimizarse un sistema de producción. Se orienta a la demanda para conseguir una fabricación justo a tiempo, reduciendo al máximo el nivel de stocks y aumentando la calidad del trabajo. Esta técnica es de aplicación compleja y conlleva muchas implicaciones de gran alcance, por eso, se recomienda no abordar su implantación sino se ha logrado implantar con éxito antes técnicas como las cinco eses, el TQM o el TPM.

En la figura 3 se puede observar la estructura de la metodología *lean manufacturing*.

Todas las herramientas de mejora tienen puntos fuertes y débiles así que habrá que aplicar cada una con un objetivo determinado. En el caso que se estudia en este proyecto, para sentar las bases del *lean manufacturing* se ha hecho uso de la técnica de las 5s o los cinco pilares. Los motivos por los que se ha decidido la selección de esta metodología son:

- Base de mejora: Esta técnica sirve de base y de punto de partida para el desarrollo de técnicas más complejas favoreciendo su implantación gracias al entorno de trabajo creado por su aplicación.
- Simple y de bajo coste: La metodología de los cinco pilares se basa en el uso del sentido común y en un bajo coste de implantación. La aplicación de la misma no requiere grandes inversiones de tiempo o dinero.
- Mejora del entorno de trabajo: La aplicación de las cinco eses da una importancia destacada al equipo humano implicado por ello la mayoría de medidas que se proponen van encaminadas a la mejora del entorno de trabajo.
- Resultados a corto plazo: Los resultados de la implantación de esta técnica son visibles desde el primer día ya que la técnica centra sus esfuerzos en realizar mejoras directas del lugar de trabajo.



Figura 3: Estructura del lean manufacturing

Como se ha explicado anteriormente, en este proyecto se abordará la implantación de la técnica de las cinco eses por eso se profundizará en esta herramienta en el punto siguiente.

### 3.6.1. Las cinco eses.

La metodología cinco eses o de los cinco pilares nace en Japón, en concreto en la empresa Toyota en los años 60. Esta técnica agrupa una serie de actividades cuyo objetivo es crear unas condiciones óptimas en el lugar de trabajo que permitan la ejecución del trabajo de forma ordenada limpia y organizada. Se denomina cinco eses porque la letra inicial de cada etapa en japonés es la “s”.



Los cinco principios fundamentales de esta metodología son:

1. **Separar o clasificar (Seiri):** Identificar la naturaleza de cada elemento y separar lo que realmente sirve de lo que no.
2. **Ordenar (Seiton):** Consiste en organizar de forma clara los elementos que se han clasificado en la etapa anterior: dónde colocarlos, de qué manera, utilizar identificación visual...
3. **Limpieza (Seiso):** Una vez está el lugar de trabajo ordenado hay que asegurarse de que esté limpio y de que esa limpieza se mantenga integrando las tareas de limpieza en el trabajo. Se debe limpiar la suciedad y además tratar de identificar las fuentes de suciedad y como eliminarla.
4. **Estandarizar (Seiketsu):** Tratar de mantener el grado de organización y limpieza que se ha conseguido en las etapas anteriores por medio de la elaboración de estándares (señales, gráficos, documentos). Utilizar modelos, plantillas y control visual para asegurarse que se mantengan el orden y la limpieza.
5. **Disciplina (Shitsuke):** Establecer una cultura de respeto por los estándares y asegurar que los efectos perduren en el tiempo. También es necesario promover los hábitos que se han alcanzado y la filosofía y hacer los resultados de las “5s” visibles.

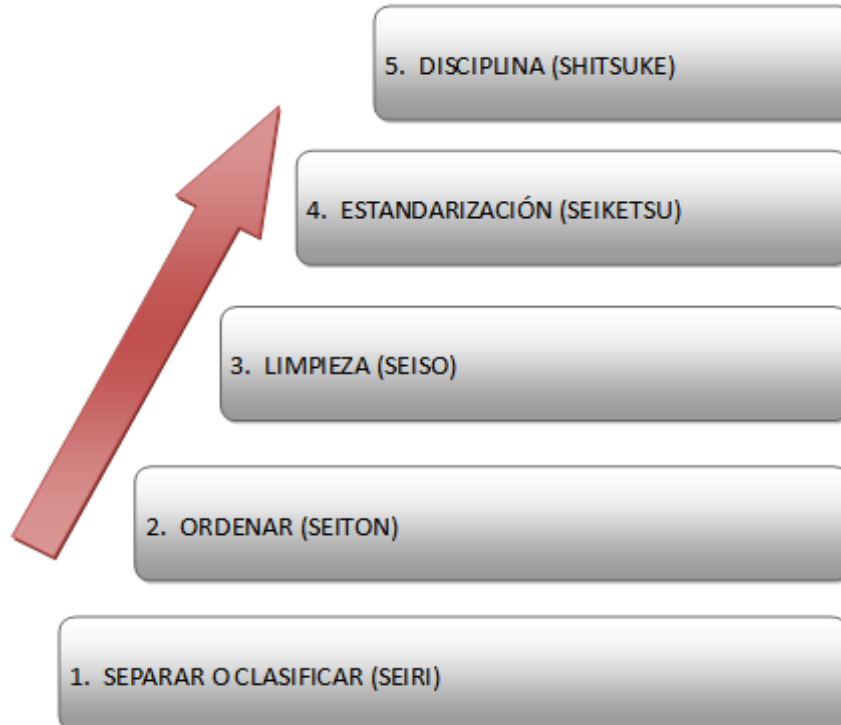


Figura 4: Etapas de las cinco eses

Mediante la implantación de este método siguiendo las etapas, se pretenden alcanzar los objetivos de los cinco pilares que son:

- Mejorar y mantener las condiciones del lugar de trabajo.
- Crear condiciones de seguridad, motivación y eficiencia.
- Eliminar los desperdicios y trabajar por tanto de forma más eficiente.
- Mejorar la calidad de la organización.

#### *3.6.1.1. Beneficios de los cinco pilares.*

La implementación de la técnica de las cinco eses genera distintos beneficios tanto para la empresa como para los trabajadores.

Por lo que refiere a los beneficios personales de los trabajadores algunos ejemplos son:

- Se logra un mejor ambiente de trabajo, haciendo más satisfactorio el trabajo.
- Facilita la comunicación con el resto de trabajadores.
- Existe un mayor compromiso y responsabilidad en las tareas.
- Erradica obstáculos y frustraciones del trabajo.

A nivel de empresa, el principal beneficio es el aumento de la productividad que se traduce en:

- Reducción del tiempo de cambio de útiles

Las cinco eses ayudan a reducir el tiempo de cambio de útiles gracias a la reducción en la búsqueda de los elementos necesarios para los cambios debido a un aumento de la organización y del orden.

- Reducción del número de defectos

Los defectos se deben a distintas causas como el montaje de piezas erróneas o la utilización de utillaje en mal estado. La organización, el orden y la limpieza ayudan a prevenir los defectos originados por algunas de estas causas.

- Menos averías

Esta metodología ayuda a los trabajadores a detectar los problemas antes de que estos causen una avería. De este modo, se puede realizar el mantenimiento adecuado que junto con una correcta limpieza de los equipos contribuyen a que se den averías con menos frecuencia.

- Menos accidentes

Las estaciones de trabajo sucias y desordenadas son más propicias a provocar accidentes laborales. La técnica de los cinco pilares trata de evitar estas situaciones de forma que se reduzcan los accidentes y se aumente la seguridad en la empresa.

### 3.6.1.2. Resistencias a la implantación.

Cuando se intenta implementar una técnica de mejora continua como el *lean manufacturing* o las cinco eses, es probable que se encuentre resistencia en todos los niveles de la empresa. A continuación se muestran las principales resistencias a la implantación.

- ¿Qué tiene de bueno la organización y el orden?

La organización y el orden son conceptos tan sencillos que realmente cuesta creer en su importancia y su potencial de mejora pero el hecho es que son realmente importantes ya que una correcta organización produce múltiples beneficios como se ha visto en el apartado anterior.

- ¿Por qué limpiar si todo se ensucia de nuevo?

La suciedad es aceptada por el personal como inevitable en muchos de los casos y sostienen el argumento de que no es necesario limpiar algo que va a volver a ensuciarse enseguida. Pero la realidad es que una estación de trabajo sucia tiene un efecto muy negativo sobre la calidad y la eficiencia del trabajo.

- Hace ya años implantamos los cinco pilares.

Algunas empresas intentaron su implantación hace más de veinte años y ahora no ven porque deberían volver a hacerlo porque entienden esta técnica como una especie de moda. Sin embargo, las cinco eses no son una moda pasajera, son una filosofía de trabajo muy útil que permite a las empresas ser más competitivas.

- No hay tiempo para dedicarse a organizar, ordenar y limpiar.

Muchas veces, la carga de trabajo elevada conlleva al abandono de estas tareas. Si bien es cierto que en momentos puntuales y bajo ciertas circunstancias se pueden dejar de lado estas actividades, el abandono de las mismas conlleva consecuencias negativas que van a repercutir en el trabajo al que sí que se le ha dado prioridad. Es importante destacar que la realización de estas tareas se suele integrar en el trabajo de modo que no suponga un exceso de tiempo.

- ¿Por qué necesitamos implantar las cinco eses?

Hay empresas que, como ya son rentables, no ven la necesidad de implantar estas técnicas pero es necesario hacer ver a los empresarios la importancia de fomentar en la empresa un espíritu de mejora continua.

Estas resistencias son comunes en la fase inicial de implantación. Estas actitudes deben tratarse directamente mediante la formación de todo el personal implicado para que se interioricen los valores de esta metodología.

## 4. FASES DE LA IMPLANTACIÓN *LEAN*.

### 4.1. INTRODUCCIÓN.

Una vez conocidas los principios y las ventajas de la producción ajustada es necesario definir como implantar esta filosofía en una empresa o espacio de trabajo. Esta filosofía puede ser implantada en cualquier empresa aunque en cada empresa se desarrollará de una forma diferente.

Lo más importante cuando se va a implementar estos métodos de trabajo en las empresas es el alto nivel de compromiso que la dirección debe tener. Fomentar las ideas de la filosofía además de invertir en formación de los trabajadores para respaldar estos proyectos es clave para el éxito de los mismos.

### 4.2. FASES DE IMPLANTACIÓN.

La implantación *lean* se compone de 6 fases que pueden variar según la empresa o el sector a la que se aplique. Establecer unas generalizaciones resulta complicado ya que hay mucha variedad en el sector industrial. Estas etapas son:

- FASE 1: Diagnóstico y formación: Esta primera fase se concentra en la observación de la situación actual de la empresa y la formación de los trabajadores de la empresa.
- FASE 2: Planificación de la implementación *lean*: Esta etapa consiste básicamente en organizar el proyecto de implantación. Se deben establecer objetivos, tareas y la formación de equipos encargados de la ejecución y supervisión del proyecto. También se establecerán los indicadores.
- FASE 3: Lanzamiento: En esta fase comienzan los cambios en los puestos de trabajo y en la gestión. Es importante comenzar con técnicas esenciales como las “5s” o SMED.
- FASE 4: Estabilización de mejoras: El objetivo de esta etapa es estabilizar los procesos para que se aumente la confianza y se asienten los nuevos métodos de trabajo.
- FASE 5: Estandarización: Establecer formas de trabajo que admitan variabilidad y que sean fácilmente comprensibles y ejecutables por los trabajadores.
- FASE 6: Fabricación en flujo: Una vez desarrolladas todas las etapas anteriores se puede plantear la implantación del método de trabajo *just in time* para conseguir mejoras como la reducción de stock.

En la figura 5 se muestra a modo de resumen de la implantación por fases del *lean manufacturing*.

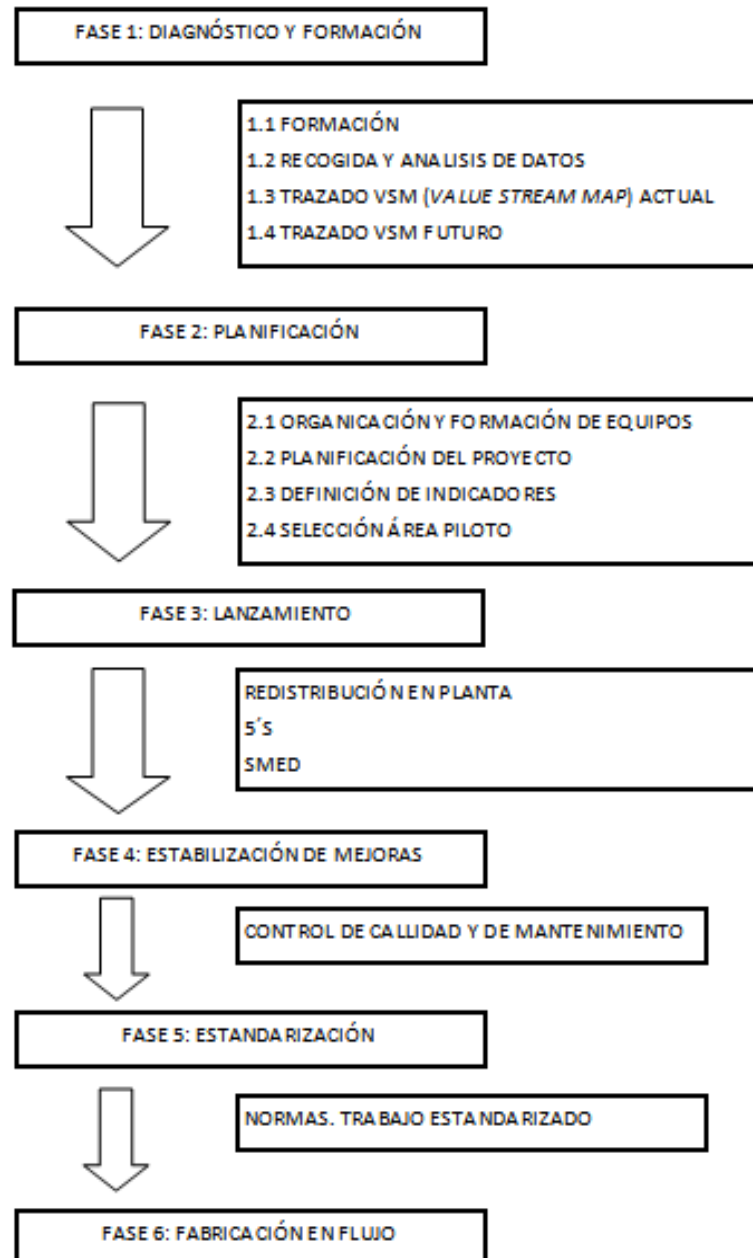


Figura 5: Esquema de las fases de implantación de lean manufacturing

A continuación se definen los objetivos y en qué consisten las distintas etapas. Es importante señalar que esta serie de etapas son orientativas y en cada empresa se seguirán de una manera u otra. No se trata de normas o generalidades puesto que la gran diversidad de procesos y empresas que existe hace que sea imposible generalizar. Cada caso es una situación diferente y hay que estudiarlo de forma distinta.

## **Fase 1: Diagnostico y formación.**

### Paso 1. Formación.

La formación es un aspecto clave para la realización de estos proyectos siendo de vital importancia para que todos los empleados, tanto directivos como operarios entiendan la importancia y los beneficios de esta técnica. Durante este paso, se forma a la gente que va a participar en la implantación del *lean manufacturing*. Los objetivos principales de la formación son:

- Aprender las claves y los principios del sistema y la importancia de la mejora continua.
- Aprender a realizar flujos de operaciones así como diagramas que permitan localizar pérdidas o los llamados despilfarros.
- Aprender a representar los procesos y su flujo por medio del VSM.
- Asumir el proceso de mejora continua como herramienta clave para mejorar la productividad.

La formación también debe cubrir ciertos aspectos básicos para el buen funcionamiento del *lean* y el aprendizaje de las distintas técnicas que lo conforman.

- Metodología e implantación de los cinco pilares.
- Técnicas SMED.
- Técnicas para el control de la calidad (poka-yoke, jidoka...).
- Principios del TPM (Mantenimiento Productivo Total).
- Utilidad de indicadores para la medida y control de las operaciones.

Estos son sólo algunos ejemplos de las técnicas que incluye el *lean manufacturing*. Se pueden incluir más técnicas.

La formación debe hacerse de forma estructurada empezando por los directivos y jefes del proyecto para que estos interioricen la filosofía y la promuevan dentro de la empresa. Los pasos a seguir para realizar una correcta formación son:

1. Valorar el capital humano, es decir, evaluar el nivel de conocimiento de los trabajadores.
2. Determinar los conocimientos y habilidades que se quieren conseguir.
3. Elaboración del plan de formación adecuado y detallado.
4. Al final de la formación, evaluar si se han conseguido los objetivos de formación.

Para la elaboración de planes de formación la empresa puede actuar por su cuenta o también puede recurrir a empresas ajenas que se dedican a la formación *lean*. Estas empresas están compuestas por profesionales formados en la elaboración de estas

técnicas por lo que si nuestra empresa no cuenta con un departamento de recursos humanos potente y bien estructurado es mejor recurrir a estas pequeñas empresas.

Con la formación de los trabajadores y del equipo encargado de implementar el método, la empresa debería contar con personal capaz de:

- Diagnosticar el estado un proceso y establecer indicadores de evaluación.
- Ser capaz de realizar con éxito un programa basado en la mejora continua en la empresa.
- Concienciar a los empleados de su importancia en la participación para poder llevar a cabo este tipo de proyectos.
- Crear e implantar un sistema de control para analizar los procesos mediante indicadores.
- Planificar y organizar la implantación de técnicas *lean* (5s, SMED, TPM).

Una vez tenemos un equipo formado y concienciado, se puede seguir con el siguiente paso.

### Paso 2. Recogida y análisis de datos.

Es muy importante conocer el punto de partida de la empresa para poder establecer ciertas medidas de control y mejora. Durante este proceso, el equipo encargado deberá analizar en profundidad el funcionamiento de la empresa, poniendo especial atención al sistema productivo y a las operaciones realizadas. También es importante tener en cuenta que producto se fábrica y que demanda tiene.

Por ejemplo en el caso de una empresa de fabricación, se deberán recoger tiempos y flujos de materiales. Por otro lado, en el caso de un almacén los datos a los que se deberá poner especial atención son la transmisión de información, el movimiento del material y la obsolescencia de productos almacenados.

Durante este paso son convenientes la realización de estudios de tiempo y de volúmenes de producción para prever la demanda.

### Paso 3. Trazado VSM actual.

En esta etapa se reúne toda la información en un mapa que nos da una visión clara de la situación inicial de nuestra empresa. Incluye flujos de productos, de materiales y de información, incluyendo al cliente y al proveedor.

EL VSM es una herramienta que sirve para relacionar las actividades que agregan valor cuando se crea un servicio o un producto. En este mapa se detallan los pasos y las mediciones de los procesos para poder ver de forma conceptual los diferentes procesos.

Esto nos ayuda a ver qué actividades agregan valor al producto, cuales no agregan pero son necesarias y cuáles no agregan.

En el siguiente capítulo, se describirá con más detalle la realización de este mapa de información aplicado al caso práctico.

#### Paso 4. Trazado VSM futuro.

A partir de la información anterior. En este mapa se plantean posibles soluciones y se diseña un nuevo mapa VSM con nuevos flujos de productos, material e información.

Ahora ya se puede hacer una planificación de la implementación de las técnicas *lean*.

### **Fase 2: Planificación.**

#### Paso 1. Organización y formación de equipos.

En este paso, se debe formar el equipo encargado de implementar la metodología. Se deben definir los miembros, su jerarquía, las funciones que deben realizar y como se va a hacer.

Este equipo, también denominado grupo de gestión del proyecto, es el responsable de llevar a cabo el proyecto y de su supervisión. Este equipo tiene las siguientes características:

- Existe un responsable con tareas de trabajo directo. También es conocido como líder *lean*.
- Se trata de un grupo estable y bien definido.
- Está formado, por lo general, por entre ocho y quince trabajadores.
- Hay una estructura jerarquizada bien definida.
- Sistema de reuniones bien metodificado.

El grupo en concreto estará formado por miembros de la empresa con un alto nivel de responsabilidad dentro de la estructura organizativa de la empresa. Las responsabilidades de este grupo son, entre otras:

- El desarrollo del trabajo diario. Realizar inspecciones y supervisar el trabajo para asegurarse que se siguen los pasos acordados para la implementación de las nuevas técnicas.
- Innovación y mejoras. Deberán aportar soluciones y buscar siempre la mejora del programa.



- Promover la participación de todos los miembros. Se debe inculcar un espíritu participativo a los trabajadores.
- Mantener un alto nivel de compromiso con el proyecto.

En cada empresa el equipo de trabajo será diferente atendiendo a las necesidades de las mismas. En el caso de la empresa presente, el grupo de gestión estará formado por los siguientes miembros:

- *Encargado de Métodos y Tiempos.* Este área se dedica al desarrollo de métodos de trabajo y al estudio de tiempos de la empresa durante el proceso de fabricación. Es importante porque la aplicación de las técnicas del *lean manufacturing* tienen gran repercusión en los métodos de trabajo.
- *Jefe de producción.* El jefe de producción controla los niveles de producción y la previsión de la fabricación. Su presencia es importante porque según el nivel de producción y la demanda variará el volumen de stock o de materia prima del almacén.
- *Jefe de compras.* Su presencia es importante ya que debe estar informado del estado del almacén para la compra de material (puede haber mucho stock) y debe conocer las existencias que hay para saber cuándo es necesario el reabastecimiento de materias primas.
- *Jefe del almacén.* Obviamente como las modificaciones van a llevarse a cabo en el almacén, el jefe de almacén debe ser un miembro fijo del equipo de trabajo.
- *Jefe del departamento de sistemas.* El departamento de sistemas se encarga de la elaboración, control e instalación de los sistemas informáticos que hay en la empresa. Por ello, en vista de las modificaciones que pueden acarrear la implementación de las nuevas metodologías es necesario que esté presente.

Ocasionalmente, en las reuniones que se lleven a cabo durante la implantación puede ser necesaria la presencia de otros trabajadores como pueden ser los jefes de las secciones de la fábrica como el jefe de prensas o el jefe de paneles.

El grupo de gestión debe reunirse con una frecuencia de cada dos semanas aproximadamente. En estas reuniones que por lo general no deben de ser muy largas, se tratarán temas relacionados con el seguimiento del proyecto. Durante las primeras fases las reuniones serán más frecuentes y largas.

## Paso 2: Selección del líder del proyecto.

Dentro del equipo de trabajo debe existir una persona con una dedicación extra durante el desarrollo del proyecto. Este líder deberá actuar de nexo entre el grupo de gestión y los distintos equipos de trabajo, en este caso los trabajadores del almacén, incluido el jefe de almacén.

Las características que definen a un líder lean son:

- Conocimiento de los procesos, los métodos, los materiales y las tecnologías con los que cuenta la empresa.
- Conocimiento de las capacidades reales de los recursos productivos de la empresa.
- Actitud para ver los problemas como oportunidades de mejora.
- Habilidad para promover el trabajo en equipo y la filosofía *lean*.

Se trata pues de una persona con un buen nivel de conocimiento de la empresa, conocedor de los conceptos tanto teóricos como prácticos de la metodología y con un fuerte compromiso con el desarrollo del proyecto.

En el caso de la presente empresa, debido al alto conocimiento de la empresa, la formación recibida y las tareas que desarrolla dentro de la empresa, la persona que mejor se ajusta al puesto del líder es el encargado de métodos y tiempos.

### Paso 3: Planificación del proyecto.

El primer paso dentro de esta etapa consistirá en definir objetivos concretos que se quieren alcanzar con la implantación del *lean*. Estos objetivos varían en función de la empresa y el proyecto pero los más generales suelen ser los siguientes:

- Detectar y eliminar los desperdicios asociados a procesos productivos.
- Incrementar la productividad a través de la eliminación de estos desperdicios.
- Establecer una cultura de trabajo e integrarla en todos los miembros de la empresa.
- Asegurar la calidad en cada proceso.
- Conseguir un sistema y una mentalidad de mejora continua y es que la implementación del *lean manufacturing* nunca termina, siempre se puede mejorar.

Una vez establecidos los objetivos, se deben definir las tareas a realizar y los responsables de cada tarea. Durante este proceso las reuniones del equipo de trabajo serán frecuentes y largas para que estas tareas queden bien definidas. Algunas de las tareas pueden ser: elegir las herramientas de trabajo que se van a implantar como las “5s”, encargarse de supervisar que los trabajadores cumplan con sus responsabilidades, control y análisis de los indicadores...

También es necesario dividir el espacio de trabajo global en áreas individuales más pequeñas que permitan un análisis más simple de cada una de forma individual. En nuestro caso de estudio, el almacén, por ejemplo, podría dividirse en distintas áreas.

### Área 1: Almacén producto acabado y muelle.

Se incluyen en la misma área porque están estrechamente relacionados, el producto acabado llega y se va por el muelle siempre mientras que la materia prima a veces no se descarga por el muelle.

Área 2: Almacén materia prima, producto semielaborado, oficinas y zona de recepción.

Esta segunda área incluye el resto del almacén debido a la similitud de las operaciones que se realizan en estas áreas. Dentro del almacén, el producto acabado es el que tiene el trato más diferente.

En este caso, resulta complicado separar el almacén en áreas más pequeñas porque existen muchas relaciones entre estas áreas. Pero estas son las áreas más bien diferenciadas. El almacén entero podría ser un área de trabajo de toda la planta si el análisis se hiciese del sistema productivo.

### Paso 4: Selección de área piloto.

En este paso se busca seleccionar un área piloto en la que se va a poner en marcha la implementación del *lean manufacturing*. Esta área debe cumplir ciertos requisitos. Debe ser un espacio en el que exista posibilidad de mejora y que esta sea notable, no se puede empezar por un área que este muy bien organizada porque los resultados han de ser visibles. De igual manera, no debe ser un área que este muy mal porque entonces podría darse el caso de no alcanzar los objetivos o de abandonar el trabajo por la gran dificultad que supone.

Es importante que esta área piloto muestre mejoras pues va a servir de ejemplo para el resto de áreas de la fábrica. Como el cambio que supone esta metodología de trabajo es grande, es aconsejable empezar por un área limitada para evaluar más fácilmente los cambios.

En el caso que nos ocupa del almacén, el área piloto debería ser el área 2 porque ofrece más posibilidades de mejora a pesar de representar un área mayor.

### Paso 5: Definición de indicadores.

Es muy importante la utilización de indicadores para medir el trabajo. Por este motivo, hay que realizar un definición de indicadores que sirvan de seguimiento del proyecto y establecer los criterios que se van a utilizar para medir el grado de mejora.

Esta tarea es responsabilidad del equipo de trabajo pero una vez implantado el seguimiento debe hacerlo el encargado de métodos y tiempos.

Algunos ejemplos de indicadores pueden ser:

- Tiempo de operación: Estudio de tiempos.
- Porcentaje productos defectuosos:  $(\text{Productos defectuosos})/(\text{Productos totales}) * 100$ .
- Porcentaje productos entregados a tiempo.
- Rotación del inventario.

Para cada caso los indicadores serán distintos y será el equipo de trabajo el encargado de seleccionarlos y establecer un seguimiento y un estudio de los mismos.

### **Fase 3: Lanzamiento.**

Una vez planificado el proyecto de implantación del *lean manufacturing*, se debe hacer el lanzamiento del proyecto, es decir, la aplicación a la empresa mediante herramientas de mejora de la producción como las descritas en el capítulo 3.

En esta fase es dónde comienzan los cambios radicales en los procesos y la gestión. Es aconsejable empezar con las técnicas más básicas del *lean* como las “5s”, el SMED o las técnicas poka-yoke.

#### Paso 1: Redistribución en planta.

En ocasiones, es necesario hacer un análisis previo de la distribución en planta. Si la distribución en planta no es la más óptima el primer paso de esta fase será la realización de una nueva distribución. Esta redistribución tiene la finalidad de reducir movimientos de materiales y estudiar la ubicación de las máquinas y los puestos de trabajo. Nos podemos ayudar con herramientas como el SLP (Systematic Layout Planning).

#### Paso 2: Aplicación de técnicas *lean*.

El *lean manufacturing* se materializa a la práctica a través de la utilización de una amplia variedad de técnicas. La aplicación de las distintas técnicas que existen se hace gradualmente empezando siempre por las más básicas como las 5's o las técnicas SMED. Estas técnicas se pueden implementar de forma individual o en conjunto.

El pensamiento *lean* implica un profundo cambio en la cultura de una empresa por lo que empezar con un planteamiento modesto para implantar pocas técnicas o incluso solo una es la manera correcta de empezar el proceso. Los planes de acción deben plantearse a largo plazo para adaptar las técnicas *lean* de forma progresiva. Pero más allá de las técnicas que se apliquen, lo realmente importante es que las acciones que se tomen, se

centren en el compromiso para fomentar la cultura de la mejora continua y el compromiso de todos los empleados.

Aunque existen muchas técnicas y clasificarlas resulta complicado, las técnicas *lean* pueden agruparse en tres grupos.

El primer grupo son técnicas de enfoque práctico, aplicables a cualquier empresa y de posibilidad real de implantación. Se trata de sencillas técnicas nacidas de la observación que debe adoptar cualquier empresa que quiera competir en el mercado actual:

- Cinco eses: Se utiliza para mejorar las condiciones de trabajo a través de la organización, el orden y la limpieza.
- SMED: Se trata de sistemas utilizados para reducir los tiempos de preparación del utillaje/maquinaria.
- Estandarización: Técnica que busca la elaboración de instrucciones que muestren el mejor método de hacer las cosas.
- TPM: Conjunto de acciones de mantenimiento que buscan minimizar los fallos en la maquinaria a través de un buen mantenimiento.
- Control visual: Técnicas de control para conocer el estado de los procesos y las acciones.

El segundo grupo está formado por técnicas que exigen un mayor compromiso y un mayor cambio cultural de toda la empresa:

- Jidoka: Integrar sistemas en las máquinas que las haga capaces de detectar errores.
- Técnicas de calidad: Técnicas cuyo objetivo es la reducción de defectos en base a una fabricación de mayor calidad.
- Sistemas de participación del personal: Se trata de la organización de grupos de trabajo del personal que intentan supervisar y mejorar el sistema *Lean*.

El tercer y último grupo lo componen las técnicas específicas que cambian los procesos de planificación, programación y control. Son técnicas más avanzadas y exigen recursos especializados de manera que deben ser técnicas que se adopten una vez ya hayan sido implantadas las anteriores:

- Heijunka: Técnicas para planificar y prever la demanda durante un periodo de tiempo.
- Kanban: Sistemas de control de inventario y de flujo basado en tarjetas.

En resumen, como existen muchas técnicas *lean* y son muy variadas, habrá que estudiar en cada caso particular que técnicas deben aplicarse y desarrollar un plan que será distinto en cada proyecto.

A continuación se explican las bases de la aplicación de la técnica de las “5s” ya que será la técnica que se utilizará en el capítulo 5 para la aplicación práctica en el almacén.

La técnica de los cinco pilares se puede englobar dentro de las técnicas *Lean* aunque existen muchas clasificaciones que la definen como una técnica de mejora continua al mismo nivel que el *lean manufacturing*. Entendiendo que las 5s es una de las técnicas más básicas que cualquier empresa debería tratar de implementar, se puede afirmar que esta técnica debe ser la predecesora del *lean manufacturing* o, en el caso de este proyecto, la primera técnica a implementar para conseguir desarrollar el *lean manufacturing*. Y es que como se ha definido en el capítulo 3, el *lean manufacturing* es una filosofía más que una técnica, que engloba muchas técnicas, entre las que encontramos las 5s.

### *Paso 2.1: Aplicación de la técnica de las 5s.*

La implantación de las 5s en una empresa sigue un proceso de 5 pasos. Cada paso representa una de las “s” que lo componen. Los pasos previos a la implantación de las 5s son los que componen la fase 2 de planificación: creación de un equipo, selección de un área piloto... Los hábitos que se pretenden lograr con las 5s servirán para facilitar la implantación de las otras técnicas *Lean*.

En el *lean manufacturing* la limpieza, el orden y la seguridad son factores de suma importancia dentro del proceso productivo, por eso, la aplicación de la estrategia de las 5s es esencial en el inicio de la implantación.

En la figura 6 se puede observar de forma gráfica los pasos para la implementación de esta estrategia.

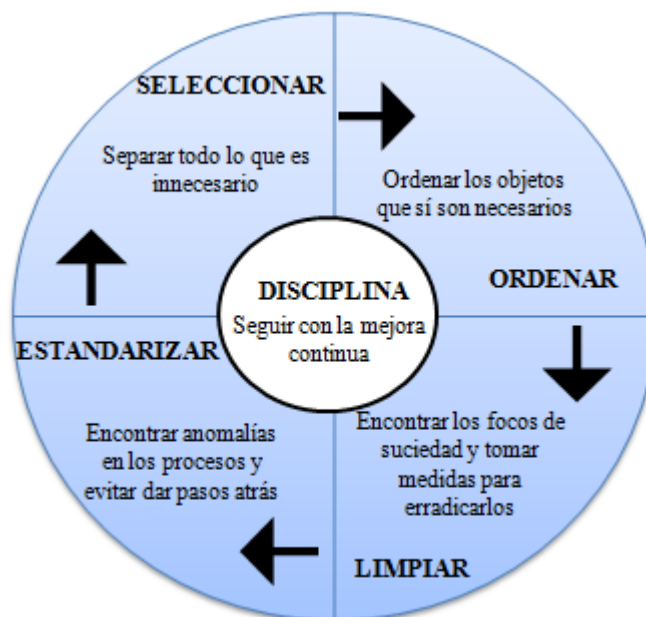


Figura 6: Fases de la implantación de las 5s

A continuación se va a hacer un desglose de los pasos que hay que seguir y de algunas estrategias que se pueden utilizar para medir y para implantar la técnica.

### 1. Selección.

La primera de las 5s implica clasificar y eliminar los materiales que no aportan nada. Durante esta etapa se seleccionan los distintos elementos que si son necesarios y los que no para conseguir una mayor organización dentro de la fábrica. Hay que controlar el flujo de materiales y actividades para evitar estorbos o movimientos innecesarios que ocasionen despilfarros.

Con el objetivo de identificar y separar los elementos no necesarios, se puede utilizar la **estrategia de las tarjetas rojas**. Esta estrategia consiste en pegar etiquetas rojas con datos del producto al que se pegan, a aquellos productos que hace tiempo que no se utilizan. De este modo se identifican los elementos que son innecesarios porque su uso es muy poco frecuente o han quedado obsoletos. Cuando un elemento lleva una tarjeta roja es porque hay que evaluarlo y sobre el hay que hacerse tres preguntas:

- ¿Es necesario este elemento?
- ¿De ser necesario, lo es en esta cantidad?
- ¿Si es necesario y en esa cantidad, es necesario que este en esta ubicación?

Cuando se han identificado los productos con tarjetas rojas, hay que tratarlos correctamente. Las acciones que deben llevarse a cabo después de evaluarlos son:

- Poner los elementos con tarjeta roja en un área especial para ellos dónde puedan ser evaluados
- Eliminarlos
- Cambiarlos de ubicación
- Dejarlos dónde están

El proceso de implantación de las tarjetas rojas consta de 7 pasos:

1. Lanzamiento del proyecto de tarjetas rojas.
2. Identificación de los objetivos de las tarjetas rojas.
3. Establecer criterios para asignar las tarjetas rojas.
4. Diseñar las tarjetas rojas.
5. Pegar las tarjetas rojas a los elementos que lo requieran.
6. Evaluar los elementos con tarjeta roja.
7. Documentar los resultados.

Gracias a este proceso podemos conocer que elementos son innecesarios y determinar qué elementos son más susceptibles de acumularse innecesariamente así como en qué lugares suelen acumularse.

## 2. Orden.

Este paso consiste en ordenar los elementos seleccionados en el paso anterior. Es importante definir e identificar el lugar de cada cosa para que puedan ser encontrados con facilidad y después de usarlo pueda devolverse al mismo lugar. La implantación del orden implica que se marquen los límites de los puestos de trabajo, las zonas de paso, las zonas de almacenaje... Y también que cada cosa este en su lugar y que haya un lugar para cada cosa de forma que se eviten lugares duplicados destinados al mismo fin.

En la aplicación práctica hay que decidir dónde colocar las cosas y como ordenarlas teniendo en cuenta la frecuencia de uso y siguiendo los criterios de seguridad, calidad y eficacia. Hay que tener en consideración los factores:

- a) Manera rápida de encontrar las cosas
- b) Economía de movimientos
- c) Reducción de espacios
- d) Seguridad

Una vez se ha decidido dónde se coloca cada cosa, hay que estandarizar este orden, es decir, marcar e indicar los lugares que corresponden a cada cosa pensando en que cualquiera debe poder descifrarlo.

Para conseguir que una vez implantado, no desaparezca el orden, hay distintas estrategias que ayudan a seguir con el orden y a mejorarlo. Estas son, estrategia de indicadores, estrategia de pintura, estrategia de contornos y estrategia de codificación de colores.

### **Estrategia de indicadores**

Esta estrategia consiste en el uso de tarjetas o etiquetas que indiquen para que se utiliza cada cosa, dónde y la cantidad de los componentes. Hay tres tipos de indicadores:

- De localización. Señalan dónde deben estar los elementos.
- De elementos. Indican que elementos van cada lugar.
- De cantidad. Informan de cuantos elementos debe de haber en cada punto.

### **Estrategia de pintura**

Esta técnica consiste en utilizar pintura o elementos parecidos para pintar el suelo con indicaciones e identificar localizaciones en suelos y pasillos. Se utiliza para crear líneas divisorias que separen las distintas áreas y las delimiten. Algunos de sus usos son:

- Localización almacenes.
- Direcciones de pasillos.
- Marcas “tigre” (rallado) para marcar zonas peligrosas.
- Colocación de elementos de trabajo.



### **Estrategia de contornos**

La estrategia de contornos consiste en dibujar el contorno de las herramientas o plantillas en el lugar donde va almacenado para que siempre se sepa dónde se coloca cada pieza después de ser utilizada.



*Figura 7: Herramientas con contornos*

### **Estrategia de codificación de colores**

La codificación con colores consiste en utilizar colores para identificar herramientas o piezas que se utilizan a la vez o para diferenciar elementos. De este modo se pueden separar que herramientas son necesarias en cada operación o se pueden diferenciar depósitos iguales en forma pero que almacenen distintos elementos.

### **3. Limpieza.**

El tercer paso es la limpieza. Con este paso se busca mantener los puestos de trabajo limpios no solo para mejorar el bienestar sino que también sirve para inspeccionar el entorno para identificar defectos y eliminarlos. Hay que tener en cuenta que limpiar no es solo eliminar la suciedad sino también evitar que se produzca.

Su aplicación comporta:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo
- Asumir la limpieza como una tarea necesaria
- Prestar atención a las causas de la formación de suciedad
- Conservar los elementos en las mejores condiciones

La limpieza es muy importante puesto que es el primer tipo de inspección que se hace en los equipos.

Los pasos a seguir para su implementación son:

1. Determinar las metas y los equipos que requieren limpieza.
2. Designar quien se hace cargo de la limpieza.
3. Determinar los métodos de limpieza, es decir, como limpiar las cosas (en qué orden, con que producto).
4. Preparar las herramientas y elementos necesarios para la limpieza.
5. Ejecutar limpieza.

#### 4. Estandarización.

La estandarización permite consolidar las metas alcanzadas después de la aplicación de los tres pilares anteriores. La creación de estándares es la mejor manera y la más fácil de trabajar para todos. Estos estándares son documentos, fotos o dibujos que ayudan a entender los procedimientos y evitan que se vuelva a los estados anteriores de suciedad y excesos.

Los pasos de esta etapa son:

1. Asignar responsabilidades sobre las 3 primeras eses. Los operarios deben saber que procedimiento es el mejor en cada caso.
2. Integrar los principios de las 5s, en especial de las tres anteriores, al trabajo regular.
3. Verificar y evaluar el nivel de calidad del mantenimiento de los tres primeros pilares.

Para lograr una buena implantación se debe conseguir que los efectos de las 5s sean visibles para los operarios de modo que sean capaces de detectar anomalías de forma visual.

#### 5. Disciplina.

Disciplina significa en el contexto de las “5s” tener el hábito de mantener correctamente los procedimientos adecuados. Esta etapa es muy importante porque es la culminación de la implementación y sirve para que lo que se ha conseguido en los 4 pilares anteriores no se deteriore.

Su aplicación a la práctica puede resultar costosa si la cultura de las cinco eses no es asumida correctamente por todos. Para llevarla a cabo, el líder de la implementación *lean* deberá establecer el hacer uso de herramientas que permitan el control del cumplimiento de las “5s” como las siguientes:

- Formación continua
- Uso de pósteres y eslóganes

- Luces y alarmas para detectar fallos
- Etc

#### **Fase 4: Estabilización de mejoras.**

En esta etapa del proceso, el principal objetivo es estabilizar el proceso de producción para incrementar el nivel de confianza y que se asienten estos nuevos métodos.

Se pueden utilizar técnicas de calidad o el TPM para medir y mejorar la calidad de los procesos. Según se vayan logrando las mejoras y se vaya haciendo más confiable y estable se conseguirán otros objetivos secundarios de esta fase como la reducción de lotes y la reducción de desperdicios en actividades de calidad y mantenimiento.

En conclusión, en esta etapa se busca que los procesos adoptados en las etapas anteriores y la nueva cultura o forma de trabajo se asienten y se estabilicen dentro del sistema de producción. Esto se puede conseguir controlando la calidad de los productos y mejorando el mantenimiento. El equipo de trabajo deberá encargarse de supervisar que los principios instalados gracias a las fases anteriores se cumplan y se mantengan.

#### **Fase 5: Estandarización.**

En esta fase se deben establecer estándares de trabajo del mejor modo de hacer las cosas. Estos modos de trabajo deben ser comprensibles por cualquiera y deben admitir variabilidad.

Los estándares son descripciones para comprender las técnicas más fiables y eficientes de una fábrica y aportan el conocimiento e información necesarios para hacer la producción de un modo seguro, barato y rápido. Estas descripciones se pueden y deben hacerse con la ayuda de hojas de estandarización o imágenes que muestren como realizar una operación o proceso. Es responsabilidad del equipo junto con los jefes de las secciones establecer este estándar y asegurarse de que se cumpla.

La estandarización es muy importante en los procesos de mejora continua. Partiendo de las condiciones corrientes se define un estándar. A continuación se mejora este estándar, se verifica la mejora y se estandariza un nuevo método que ha probado su eficacia. Y repitiendo este ciclo se consigue una mejora continua. De modo que se cumple una de las premisas del pensamiento *lean* de que “un estándar se crea para mejorarlo”.

Al igual que en la cuarta fase de las cinco eses, esta fase permite consolidar las metas de las anteriores fases y asegura que estas metas perduren.

## **Fase 6: Fabricación en flujo.**

Esta fase nos acerca a la fabricación *just in time* y a los conceptos de fabricación “pull” con el objetivo de eliminar los desperdicios fabricando en la cantidad y el tiempo justo. Esta fase solo es posible alcanzarla cuando todas las anteriores se han realizado con éxito y se han estandarizado y la empresa ya tiene la nueva cultura bien implantada.

Los principales objetivos de esta fase son:

- Mantener la estabilidad y la flexibilidad que se han conseguido en las etapas anteriores.
- Garantizar expediciones con tiempos de entrega reducidos.
- Reducción del inventario.
- Mejorar el sistema de control y gestión de materiales.
- Introducir técnicas más avanzadas del *lean*.

Estos objetivos se pueden alcanzar controlando el flujo de operación a través de técnicas como el kanban o el heijunka.

Aquí terminan las fases para una correcta implementación del *lean manufacturing*. No obstante, el proceso nunca termina puesto que las opciones de mejora continua siempre son posibles. Por eso en esta última fase debe realizarse un análisis crítico para conocer el nivel de avance de las técnicas implantadas y ver cómo pueden evolucionar. Para ello, el modelo de niveles de Hirano (2002) puede usarse a modo de guía para conocer el estado de una empresa.

	<b>Primer nivel</b>	<b>Segundo nivel</b>	<b>Tercer nivel</b>	<b>Cuarto nivel</b>	<b>Quinto nivel</b>
<b>Revolución mentalidades</b>	Producción en masa en gran escala	Orientación al producto	Orientación al mercado pero no en todos los talleres	Orientación al servicio, con los talleres orientados al servicio	Orientación al servicio en cada proceso
<b>Las 5s</b>	Difícil para cada trabajador saber qué cosas están, dónde y cuándo	Difícil para visitantes saber qué cosas están y dónde están pero los trabajadores lo saben	Se utilizan dibujos y clasificación para control visual	Buenos indicadores, fábrica limpia y bien organizada	Limpieza, organización pulida con fuertes medidas de prevención de desperdicios
<b>Producción en flujo</b>	Producción en grandes lotes	Producción en pequeños lotes	Producción en línea. Flujo de pequeños lotes entre procesos	Producción en línea. Flujo de una pieza entre procesos	Operaciones multiproceso (el mismo operario hace más de una operación) con flujo de una pieza
<b>Reducción costes personal</b>	Movimientos despilarrados y demasiados trabajadores	Asignaciones fijas de trabajo y balances pobres	Asignaciones fijas de trabajo pero diferentes para cada modelo, balance mejor	A medio camino del logro de operaciones multiproceso regulares	Asignaciones flexibles de trabajo.
<b>Kanban</b>	Producción “push” con stocks retenidos por todas partes	Producción “push” con puntos de almacenaje intermedio	Producción “pull” con localizaciones y volúmenes fijos	Asignaciones flexibles de trabajo, con variación de volumen de salida	Kanban y mejoras
<b>Control visual</b>	Ocurren anomalías y solo crean confusión	Ocurren anomalías y visualmente se resuelven de algún modo	Los supervisores saben cuándo ocurren anomalías	Cualquiera puede decir cuándo ocurre una anomalía	Se toma acción inmediata para corregir anomalía
<b>Preparación de equipos</b>	Una preparación de equipos cada mes que requiere medio día cada vez	El personal es consciente de las necesidades de preparación de los equipos	Equipos de preparación de máquinas, mejoras en algunos talleres	Cambios de útiles en menos de diez minutos	Preparación de equipos dentro del tiempo de ciclo
<b>Operaciones estándares</b>	No hay estándares, cada operario trabaja a su manera	Procedimientos vagamente estandarizados	Implantadas operaciones estándares en procesos individuales	Operaciones planificadas pero no implantadas del todo	Plena implantación de estándares y mejoras
<b>Mantenimiento y seguridad</b>	Numerosas paradas y accidentes	Hay especialistas en mantenimiento pero hay accidentes	Existe un mantenimiento sistemático y sin accidentes importantes	Existe un mantenimiento preventivo total y está casi libre de accidentes	Existe un mantenimiento preventivo total y está libre de accidentes

Tabla 2: Modelo de niveles de Hirano (2002)



## **CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ALMACÉN Y PROPUESTA DE MEJORAS DE IMPLANTACIÓN INMEDIATA.**

### **1. ESTADO ACTUAL DEL ALMACÉN Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS INTERNOS.**

Tras observar el método de trabajo y analizar detenidamente cada proceso que se lleva a cabo dentro de la instalación de almacenaje se ha observado que hay algunos puntos de los procesos que se pueden mejorar. Los principales problemas o pérdidas de tiempo, espacio o recursos observados son:

#### Estanterías no usadas o mal utilizadas:

Tiempo atrás los radiadores que la empresa fabricaba tenían diversos componentes férricos y estaban principalmente hechos de cobre. Esto hizo que, cuando el almacén se creó, dispusiera de mucho espacio para almacenar rollos de cobre. Con el tiempo, las ventajas del aluminio hicieron que la empresa empezara a utilizar más aluminio y menos cobre. Aún se siguen fabricando radiadores de cobre aunque su producción es muy inferior a los de aluminio y es por esto que aún se deben almacenar rollos de cobre y componentes de hierro, pero las estanterías destinadas al almacenaje de estos elementos están mal aprovechadas.

Las estanterías dónde se almacenan componentes férricos que son las tipo E (en la tabla 4 aparecen los tipos y las características de las estanterías) son demasiado grandes para la cantidad de estos componentes que se utilizan como materia prima. Por lo que una reorganización en la que el material se agruparía en menos estantes, produciría un importante ahorro del espacio ya que para la misma cantidad de bultos que se tiene ahora bastarían tres estanterías tipo E cuando se están utilizando ocho.

A parte de estos ocho estantes que se utilizan para almacenar los componentes férricos, hay otras ocho estanterías tipo E que están siendo utilizadas con el fin de almacenar otro tipo de componentes (tubos, depósitos...). Estas últimas, es conveniente reacondicionarlas o cambiarlas para que sean más adecuadas para el uso actual. Su principal problema es que no son suficientemente profundas y las paletas no apoyan bien. De modo que si hay paletas con mucho peso, pueden llegar a doblarse.

La estantería de cobre está siendo utilizada para guardar otras materias primas aparte de cobre. Mayoritariamente son tubos cortados de aluminio los que, por sus características

de embalaje, pueden ocupar los lugares vacíos del cobre. La reorganización del cobre y su agrupamiento en una misma estantería tipo J provocaría que solo hiciesen falta dos estantes de este tipo cuando actualmente se usan seis. Las cuatro estanterías restantes estarían destinadas a tubos, como ahora o podrían ser desechadas y adquirir unas nuevas que también sean adecuadas para los tubos.

#### Ubicación de las sierras:

Las sierras en su actual ubicación plantean el siguiente problema: el material que se utiliza en ellas, los tubos de 3m, está situado en las estanterías más a la izquierda de la planta mientras que las dos sierras están más al centro, en el lugar dónde se almacenan los rollos. El recorrido del material en este proceso es excesivo y produce cierta pérdida de tiempo. El recorrido del material que se utiliza en las sierras se muestra en la figura 8. Como se observa, la ubicación actual bien de las sierras o bien de los tubos no es la óptima.

#### Espacio insuficiente de almacenamiento de los rollos de aluminio:

Los problemas que se presentan en cuanto al almacenaje de los rollos son dos. El primero es que hay mucho stock de rollos comparado con el espacio que hay destinado para almacenarlos. El segundo es que los rollos se almacenan unos encima de otros partiendo desde el suelo. Esto es problemático porque estos rollos pesan mucho y la carretilla solo puede mover un rollo cada vez.

Cuando llegan rollos nuevos al almacén no suele haber problema si hay espacio para dejarlos en el suelo, pero si hay que amontonarlos ocurre lo siguiente: Como se trabaja según el método FIFO, cuando llegan rollos nuevos, estos se deben poner debajo de los antiguos. Esto provoca que haya que desamontonar bulto a bulto los rollos para poner los nuevos debajo uno a uno y después volver a poner los antiguos arriba uno cada viaje también.

Hay que añadir, que hay dos tipos de rollos, unos de dimensiones máximas 1400x1250x850 mm aunque con alturas variables y otros más grandes de dimensiones 1700x1700x400 mm. Se ha planteado la opción de adquirir nuevos estantes para almacenar los rollos de menores dimensiones ya que pesan menos y su menor tamaño los hace más susceptibles de ser almacenados en estanterías.

#### Recepción y ubicación de productos lenta:

Actualmente, todo el material que entra en el almacén tiene dos pasos a seguir, la recepción y la ubicación.



El primer paso es recepcionar el material o, lo que es lo mismo, darlo de alta en el sistema para que interprete que el material ya ha llegado al almacén. Cuando llega el material al almacén, este no es recepcionado de inmediato, sino que se deja en pendiente de recepción. Puede ocurrir entonces que la recepción se haga al cabo de un tiempo que pueden incluso llegar a ser días.

Esto tiene diversas consecuencias. Cuando llega material del proveedor, se comprueba el albarán cuando se descarga la mercancía y, más tarde, cuando el operario va a hacer la recepción, debe volver a comprobar con el albarán que este todo correcto para hacer la recepción porque ya no recuerda que era lo que había que recepcionar. Por lo tanto, se hace la misma operación de comprobación del albarán dos veces.

Otro problema se presenta cuando el producto acabado llega de fábrica y pasa mucho tiempo sin recepcionar. En el sistema de fábrica, eso ya está producido, pero hasta que no se da de alta en el almacén, ese producto acabado no está en disposición de ser vendido o distribuido. Entonces si cualquier departamento necesita comprobar cuanto producto acabado hay, no estará viendo todo el producto que hay. Lo mismo ocurre con la materia prima, si hay mucha sin recepcionar, el stock real del almacén no se verá reflejado en el sistema.

El segundo paso es ubicar el material que se ha recepcionado. Este paso se hace inmediatamente después de la recepción. En el producto acabado y las materias primas (componentes, tubos...) que vienen en un embalaje normal (paletas europeas o americanas) no hay ningún problema pero si se trata de embalajes que distan mucho en el tamaño o la altura, hay que ir a pie a buscar la ubicación.

Este problema también está presente en las devoluciones de fábrica. Cuando se devuelve el material y se recepciona, se busca material que tenga la misma referencia y recepción. En las cajas (componentes, tubos, juntas) que se devuelven no hay problema si ya existen porque se colocan en el mismo sitio. Pero si no hay material de la misma referencia y recepción hay que buscar un sitio nuevo y habrá que ir a buscarlo personalmente y no a través del sistema. En los rollos hay que ir a las ubicaciones donde se quieren colocar para asegurarse de que no haya rollos empezados ya, porque no se pueden colocar rollos encima de los que ya han sido empezados. Cuando los productos que se devuelven de fábrica vienen con los embalajes adecuados o en palets no hay este problema.

#### Falta de comunicación y previsión:

La entrada de material es variable. Las llegadas del material de los proveedores no es fija, es decir, no llega siempre el mismo día todas las semanas. No hay plazos fijos de entrada de material como si los hay de salida para ciertos clientes. Esto puede dar lugar a que una semana sólo venga un proveedor y a la siguiente todos los demás o a que el mismo día lleguen muchos proveedores y provocar una saturación que deje bastante

material en el muelle o en el puesto de pendiente de recepción esperando a ser ubicado. Mejorando la comunicación con el proveedor y planificando adecuadamente las compras para llegar a algún acuerdo con los proveedores, mejoraría la organización y liberaría a los operarios de la excesiva carga de trabajo de algunos días: Se conseguiría que algunas recepciones fueran periódicas de modo que en el almacén estuvieran preparados para cuando lleguen.

Otro problema que hay en la comunicación es que la planta de producción pide el material cuando quiere. Esto hace que no se pueda planificar del todo el trabajo en el almacén de cada día porque están continuamente haciendo pedidos y el camión solo hace tres viajes a planta.

Cabe destacar que es necesaria también hacer una mejor previsión del trabajo para evitar los casos de urgencia por falta de material. Son muchas las veces que llegan órdenes al almacén de preparar material urgente para fábrica o de recepcionar materia prima de forma urgente y esto provoca una alteración del trabajo.

#### Preparación del material de expedición:

Actualmente, cuando se ha gestionado un envío, se imprime una lista de retirada y unas etiquetas. El operario de la carretilla saca al muelle o rampa el producto en cuestión, pega la etiquetas y, tras cargar el envío al lector de etiquetas, las lee para comprobar que el material que va a salir este correcto.

Con el lector se leen 4 códigos de barras (referencia del cliente, referencia del producto, cantidad y número de serie) en todos los productos hasta que el propio lector indica al operario que esta todo. Esto se instaló al principio para ir leyendo el producto a medida que se va cargando al camión para evitar que se cargara alguna paleta o producto de más o de menos. Con el fin de ahorrar tiempo ahora la lectura se hace cuando el material está en el muelle listo para salir antes de que llegue el camión. Esto conlleva el riesgo de leer todo el producto pero luego cargar menos paletas o equivocarse al cargarlas y cargar las que no son.

## **2. PROPUESTAS DE ACCIONES PARA LA MEJORA DEL ALMACÉN.**

### **Reducción del espacio utilizado para almacenar componentes y elementos férricos y de aleaciones de cobre.**

Los estantes para componentes férricos y de cobre están siendo utilizados con otro fin y están ocupando espacio que podría resultar útil para el almacenaje de otros productos. Además, se trata de elementos de baja rotación, es decir, que pasan mucho tiempo en el almacén. Estos materiales que son de baja rotación es aconsejable almacenarlos en el fondo o en las partes superiores de los estantes. El hierro está bien ubicado pero los compuestos y el material cobre debería ponerse más al fondo.

Los estantes utilizados para el hierro son los de tipo E. Actualmente hay 16 aunque solo 8 se utilizan para hierro. Los otros ocho se utilizan para almacenar componentes. Tras observar la cantidad de material de hierro que hay, se ve que se puede agrupar en menos estanterías. Con 3 estantes de tipo E bastaría para tener ubicado el material actual y tener espacio sobrante para posibles llegas de este material.

Los 8 estantes tipo E que se utilizan para componentes necesitan una adaptación porque tienen una anchura de 800 mm que es demasiado corta para los palets. Los tacos no apoyan bien y las cargas con mucho peso pueden sufrir alguna deformación.

En el caso de los estantes de cobre, están siendo utilizados para almacenar tubos porque da la casualidad que el embalaje es muy similar. Los estantes de cobre son los de tipo J. Reagrupando el material de cobre como en el caso anterior se puede reducir hasta tener solo 2 estantes tipo J, cuando en la actualidad hay 6.

Por otro lado, los 4 estantes restantes no tienen por qué ser eliminados ya que se pueden utilizar para almacenar los tubos. Podrían modificarse con el fin de adaptarlos mejor aunque la actual distribución es aceptable.

### **Reducción de los movimientos de materiales para el proceso de serrado de tubos mediante una reubicación de los elementos involucrados en el proceso.**

Para conseguir la máxima eficiencia en el proceso de serrado de tubos en el almacén, los tubos y la sierra deberían estar más cerca. De esta forma se evitaría recorridos innecesarios y se conseguiría lo mismo pero con desplazamientos más cortos. Por ello es necesario un análisis de la actual distribución en planta, centrándose sobre todo en la mejora de la ubicación de las sierras.

Dos indicadores de que la actual distribución en planta no es óptima son que el recorrido de los materiales es demasiado retorcido y que hay retrocesos en la circulación de materiales. Se puede observar en la siguiente imagen el recorrido de los materiales en

este proceso.

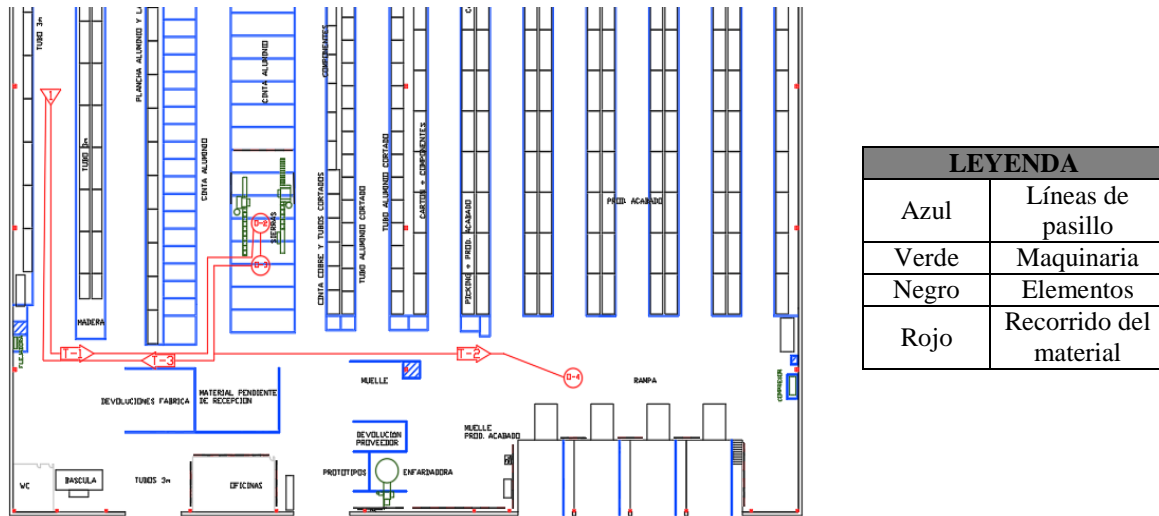


Figura 8: Recorrido del material en el proceso de serrado de tubos

### Reducir el requerimiento de espacio mediante la utilización de estantes para almacenar rollos de aluminio

Como se ha visto, el almacenaje de rollos es problemático por dos razones. La primera es que ocupan mucho espacio, y la segunda es que la manipulación es lenta debido a que son pesados y sus transportes deben de hacerse de uno en uno.

Con el fin de mejorar esta situación se ha propuesto la instalación de estanterías destinadas al almacenaje de estos rollos. De este modo se puede conseguir una reducción del espacio ocupado y, al estar en estantes, una reducción considerable del número de operaciones que se hacen cuando se apilan los rollos.

Se plantea la instalación de dos tipos de estantes distintos. Los de paletización convencional que son como los que utilizan ahora y los de paletización dinámica.

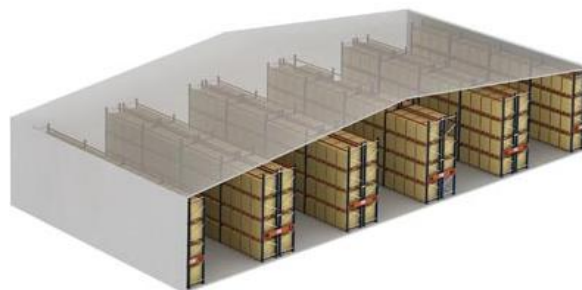


Figura 9: Ejemplo de estantes de paletización convencional

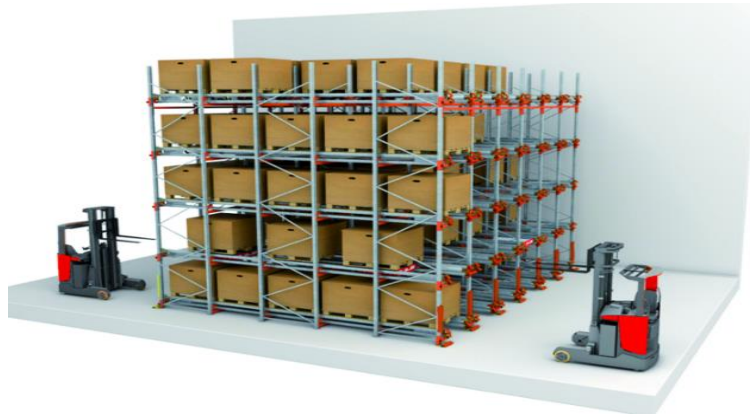


Figura 10: Ejemplo de estantes de paletización dinámica.

### Mejoras en los procesos de recepción y ubicación.

El proceso actual de recepción y ubicación de materiales puede causar problemas por el tiempo que el material o producto puede pasar en el almacén sin ser recepcionado. La ubicación se hace inmediatamente después y en algunos casos es necesario que el operario vaya a buscar la ubicación a pie por motivos que se han explicado anteriormente, provocando una pérdida de tiempo importante.

Con el fin de agilizar el proceso de recepción y ubicación de los materiales se plantea la opción de integrar el sistema en las carretillas con el fin de, al descargar el camión leer el producto para hacer la recepción y posteriormente llevarlo a su ubicación. Una vez allí anotar la ubicación en la que se deja de forma que ya estaría recepcionado y ubicado. Esto se podría hacer sobre todo con el producto acabado pero también con la materia prima que viene de proveedor. El problema es que no podría ser tan inmediato en el caso de las devoluciones de fábrica porque hay que pesarlas y saber la cantidad de material que se devuelve.

También existe la posibilidad de utilizar tabletas o dispositivos portátiles para hacer las recepciones de materiales *in situ*. Es decir, al llegar el material, hacer la comprobación del albarán y la recepción. De esta forma, aunque el material no estaría ubicado, aparecería dentro del sistema como disponible para ventas, compras o planta.

Para hacer la recepción más inmediata se podría pedir a los proveedores que etiquetasen el material con las etiquetas de la propia empresa. De esta forma cuando el material llegase al almacén bastaría con leer la etiqueta y el material ya quedaría recepcionado. Después quedaría el proceso de ubicar pendiente.

Adicionalmente, para una mejor organización del trabajo dentro del almacén, hay que estudiar la posibilidad de hablar con los proveedores para establecer unos horarios o días para que lleguen sus productos. De esta forma la entrada de material sería fija. Igualmente se puede hacer con compradores para organizar las ventas igual que ya se está haciendo con algunos. De la misma manera, las peticiones del material desde la planta al almacén para producir, se pueden hacer de forma organizada. Actualmente, las

secciones piden material cuando les hace falta y eso provoca un poco de desorganización en el almacén. Si se estableciesen horarios para hacer estos pedidos, el trabajo en el almacén podría organizarse mejor durante el día y el camión que va a fábrica siempre iría aprovechado al máximo.

De este modo, mejorando la planificación se podrían evitar estas situaciones de forma que se reducirían los pedidos de urgencia. En planta cuando una sección necesita alguna materia prima con urgencia suele llamar o enviar un correo al almacén para que le den prioridad a ese material. Esto puede ocasionar retrasos si hay muchas urgencias. Mejorando la planificación del trabajo en planta se podría lograr tener menos urgencias. Otra propuesta interesante sería desarrollar un sistema por medio del cual las urgencias fueran señalizadas a los trabajadores del almacén a través del sistema informático para evitar así las llamadas.

### **Utilización de etiquetas de radiofrecuencia para agilizar la identificación del material.**

La preparación actual es tediosa porque requiere leer muchos códigos de barras con el lector y, además, no asegura que la carga en el camión sea completa o adecuada sobretodo cuando en el muelle hay material preparado para otras expediciones. Puede darse el caso que se *lean* todas las etiquetas pero después se olvide cargar alguna paleta.

La posibilidad de utilizar etiquetas RFID (Radio Frequency IDentification) en vez de los códigos de barras actuales podría evitar cualquiera de estos errores. Con un arco del lector en la zona de carga y descarga se leería el producto automáticamente al ser cargado. Las principales ventajas de estas etiquetas son la rapidez de lectura y la facilidad con la que se puede conocer dónde están las unidades almacenadas.

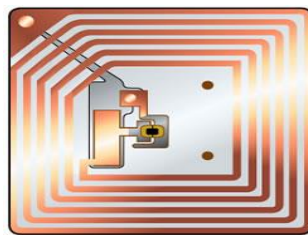


Figura 11: Etiqueta RFID (radio frequency identification)

### **Implantación de un software de gestión de almacenes (SGA).**

La herramienta informática que se utiliza actualmente en el almacén es el ERP de la empresa. Es una herramienta perfectamente válida pero muy limitada en cuanto a gestión de almacenes pues esta no es una tarea específica del programa. Esto provoca que haya retrasos en la gestión de la documentación y de algunos procesos dentro del almacén porque deben hacerse un alto número de operaciones dentro del software.

Para evitar eso y mejorar el sistema de gestión, se propone la adquisición por parte de la empresa de un software de gestión de almacenes (SGA). Un SGA es un software que se complementa con el ERP cuya función es exclusivamente gestionar el almacén. Existen muchos SGA y en cada instalación hay que adecuar el programa a las necesidades que presente y eso tiene un precio. Con un SGA adecuado se puede ahorrar hasta un 20% en movimientos innecesarios, espacio, tiempo de operaciones, elaboración y gestión de documentación...

Entre las funciones de un SGA se encuentran las más básicas como recepción o expedición:

- Función de entrada.

El SGA es capaz de gestionar recepciones, capturar datos logísticos y generar las etiquetas identificativas si son necesarias. Gracias a esta captura de datos permite conocer estadísticas como la frecuencia de recepciones, la franja horaria de estas o ver si las recepciones previstas se han cumplido. Además, gracias a la comunicación con el ERP es capaz de liberar de trabajos administrativos como la gestión de documentos de calidad a los empleados del almacén.

- Función de ubicación.

La gestión de las ubicaciones se puede hacer mediante reglas y estrategias para ubicar el material según la rotación, el tipo de embalaje, la familia o tipos de producto... También es capaz de realizar *cross-docking*, es decir, avisar de que un producto debe salir pronto para evitar movimientos innecesarios.

- Función de control de stock.

Esta es la función más interesante puesto que permite un control del stock en todo momento. Se puede visualizar el mapa del almacén, gestionar ubicaciones para editarlas o ver información sobre ellas. Es de gran utilidad puesto que permite un gran control sobre los estados del stock: roturas, niveles bajos, pérdidas... También destaca porque es capaz de calcular la rotación de los productos del almacén, información que resulta muy útil para el correcto almacenamiento de productos. Y, por último, lleva a cabo funciones de recuento de productos así como de control de inventarios tanto de todo el global como de productos específicos.

- Función de salida.

El SGA también ayuda en la gestión de envíos con la preparación de la carga. En los casos donde son necesarias las operaciones de picking, el software se encarga de definir y guiar el proceso para optimizarlo. Además de esto también facilita la documentación necesaria y administra la carga de expediciones (lectura de etiquetas) para evitar errores. Como está conectado con el ERP, también se encarga de alguna operación administrativa como cerrar expediciones por ejemplo.

### **3. VALORACIÓN DE LAS PROPUESTAS.**

#### **3.1. VALORACIÓN DE LA OPORTUNIDAD DE MEJORA.**

A continuación se va a analizar una a una la viabilidad y la posibilidad de las propuestas anteriores. También se analizarán las ventajas y las desventajas.

En primer lugar la adecuación de las estanterías de componentes férricos y de cobre es perfectamente viable. La inversión a realizar es mínima y el trabajo que hay que llevar a cabo también. La modificación de las estanterías que solo tienen 800 mm de profundidad para hacerlas de 1100 mm y dejar las de cobre como están ahora, ya que siguen siendo útiles, son las opciones más plausibles. La principal ventaja es que se evitaría el riesgo de que la paleta que se almacene allí se doble o se rompa. También conseguiríamos un mayor espacio de almacenaje si se reagrupan los componentes férricos y algunas de estas ubicaciones pasan a tener otro fin.

Los recursos necesarios para llevar a cabo ese trabajo no son muchos. La misma empresa que instaló las estanterías en su momento puede hacer la modificación sin muchos costes ya que los largueros y los puntales no necesitan ser sustituidos. Cuantificar los beneficios de esta mejora resulta imposible ya que se consigue un ahorro de espacio pero no de tiempo ni de costes.

En segundo lugar, estudiar una nueva distribución centrándose en el problema principal de las sierras y los tubos no es solo viable sino también necesario. No hace falta comprar ni sustituir ningún elemento y los mismos trabajadores de la empresa pueden efectuar el cambio de distribución. Con una distribución más adecuada se ahorraría tiempo en forma de reducción del movimiento de material innecesario y se conseguiría optimizar el espacio. El tiempo medio aproximado que se conseguiría ahorrar es de 2 min en cada transporte.

En lo que se refiere a la instalación de estantes para almacenar rollos, el principal problema es el peso de los rollos. Al ser pesados, los estantes que se instalarán van a ser más caros. Sin embargo, las ventajas en cuanto ahorro de espacio y de tiempo de manipulación de rodillos son muy notables. Se pueden ahorrar más de 400 operaciones de una duración estimada de 6 minutos. Siendo estas estanterías propuestas de una altura de un bulto no solo sería más fácil su manipulación sino que se también se respetaría el FIFO. Es por todo esto que es una opción a tener en cuenta y que posiblemente sea beneficiosa a pesar del coste de la inversión inicial.

La instalación de estantes de paletización convencional no supone problemas pero la paletización dinámica tiene ciertas ventajas sobre ella. Con estos últimos, el FIFO siempre se garantizaría y se conseguiría un gran ahorro del espacio por compactación pero hay que tener diversos factores en cuenta. El hecho de que estemos tratando de almacenar rollos y no paletas hace que el embalaje dificulte la instalación de los estantes



dinámicos. Además, la actual distribución del almacén hace que por problemas de espacio sea muy complicada la instalación de estos estantes. Es por estos motivos que se ha optado por la opción de paletización convencional porque es más económica y resuelve el problema con resultados satisfactorios sin tener que hacer grandes cambios en el almacén.

Para mejorar el proceso de recepción y organización del almacén las opciones más viables son la de adquirir tabletas o dispositivos portátiles que agilicen la recepción, comunicarse con los proveedores y establecer días u horarios para la llegada de nuevo material y mejorar la comunicación interna. En el primer caso los costes son reducidos. En el segundo caso no hay ningún coste económico aunque es necesario negociar con los proveedores y ver su disponibilidad. Y el tercer de los casos es una solución de aplicación inmediata que permitiría al almacén organizar mejor los transportes que hace el camión a la fábrica todos los días. Estas tres opciones son bastante inmediatas, no requieren ningún gasto elevado ni de personal, ni económico y producirían un aumento de la eficiencia del almacén.

La opción de que los proveedores hagan las etiquetas y las peguen ya al producto ahorraría mucho tiempo pero tiene el problema de que habría que comunicar el sistema de código de barras de la empresa con la empresa proveedora y esto tiene una dificultad técnica que debe ser estudiada. También dependerá de si el proveedor está dispuesto y la negociación con este. La inversión de esta mejora es moderada pero gracias a estos cambios se podría reducir en una media de 15 minutos el proceso de cada recepción puesto que solo con leer las etiquetas y con la ayuda de la tableta el producto quedaría recepcionado.

Integrar el sistema de recepción y ubicación en las carretillas es una opción válida pero sería necesaria la adquisición de una nueva carretilla puesto que algunas recepciones son costosas en tiempo y solo se dispone de una carretilla. El problema aquí está en que si solo hay una carretilla, una vez empieza una recepción, debe acabarla antes de iniciar otro proceso y si hay más de un camión a descargar o cargar, se pierde tiempo. Además, puede haber problemas según dónde estén las etiquetas o si llegan en el mismo embalaje productos de distintas referencias o si hay que sacar muestras para calidad. Esto dificulta la recepción porque haría que el proceso fuese más lento al tener que estar el operario subiendo y bajando todo el rato de la carretilla. Por estos motivos esta opción queda descartada en el estudio que se hace detallado en el siguiente punto.

Por último, la utilización de etiquetas RFID conseguiría un ahorro de tiempo sustancial (se reduciría en una media de 7 min el proceso de lectura de etiquetas antes de cargarlo al camión) y eliminaría la posibilidad de errores en el momento de cargar los transportes. Por contra, la instalación de un arco de lectura de RFID tiene un coste y la implementación de su uso sería lenta. Además las etiquetas RFID son un poco más caras que las normales y habría que adquirir todo el material necesario para ello como las impresoras, que son bastante caras.

La implantación de un software de gestión de almacenes supondría una mejora muy grande respecto al sistema de ERP que se utiliza actualmente. Esta herramienta se combina con el ERP de la propia empresa y su principal ventaja es que es capaz de reducir los movimientos innecesarios, ahorrar en espacio y tiempo de operaciones y ayuda a los operarios con la elaboración y la gestión de documentación. Es capaz de conseguir un ahorro del 15% de los tiempos necesarios en las operaciones.

Sin embargo, este software es bastante caro y, aunque supone una mejoría importante, la empresa debe valorar si es viable ya que comporta una inversión considerable.

En los siguientes apartados se van a desarrollar el estudio de las propuestas anteriores, un posible plan de implantación de estas mejoras y el estudio económico de las propuestas.

### **3.2. CUANTIFICACIÓN ECONÓMICA DE LAS PROPUESTAS.**

A continuación se procede a hacer una cuantificación de las propuestas con el objetivo de realizar una valoración económica de las distintas propuestas.

Antes de proceder al estudio, es importante saber que, según los cálculos descritos en el presupuesto, se pueden aproximar los costes por hora que suponen los operarios para la empresa de la siguiente forma:

Coste de un operario: 17,1 €/hora.

Coste estimado de un operario con la suma de los costes intangibles y asociados (carretillas): 26 €/hora.

Coste estimado de un operario de administración con la suma de costes intangibles: 20 €/hora.

#### **PROPUESTA 1. Compra e instalación de estantes.**

Las operaciones de movimiento de rollos que se realizan son de una media de 2 veces al día. Gracias a esta mejora, en cada operación se pueden ahorrar 6 minutos de tiempo. Si el calendario laboral indica que hay 220 días útiles de trabajo a 8 horas cada día, los resultados obtenidos tras el análisis son:

$$\text{Tiempo ahorrado} = 2 \frac{\text{veces}}{\text{día}} \times 6 \frac{\text{min}}{\text{vez}} \times 220 \text{ días} = 2.640 \text{ min} = 44 \text{ horas}$$

El ahorro de esta operación es:

$$\text{Ahorro económico} = 26 \frac{\text{€}}{\text{hora}} \times 44 \text{ horas} = 1.144 \text{ €}$$

#### PROPUESTA 2. Reorganización de los componentes férricos y de cobre.

Esta propuesta es meramente organizativa y estimar si se ahorra algún tiempo o coste es imposible puesto que la principal repercusión es el ahorro de espacio que se consigue al organizar mejor dichos estantes.

#### PROPUESTA 3. Nueva distribución en planta.

Los desplazamientos de material que se pueden evitar con una nueva distribución se suceden dos veces al día. Una vez para sacar el material de los estantes y otra para volver a colocar el material sobrante en su sitio después de utilizarlo. El tiempo que se puede reducir de estas operaciones es de dos minutos de media.

$$\text{Tiempo ahorrado} = 2 \frac{\text{veces}}{\text{día}} \times 2 \frac{\text{min}}{\text{vez}} \times 220 \text{ días} = 880 \text{ min} = 14,67 \text{ horas}$$

Por tanto el ahorro económico anual es:

$$\text{Ahorro económico} = 26 \frac{\text{€}}{\text{hora}} \times 14,67 \text{ horas} = 381,33 \text{ €}$$

#### PROPUESTA 4. Mejora de los procesos de recepción y ubicación

Con la implantación de las etiquetas en los proveedores y de la utilización de las tabletas electrónicas, se puede llegar a conseguir un ahorro medio de 15 minutos en cada operación de recepción y ubicación. Estos procesos se dan una media de cinco veces cada día. Así, el tiempo que se ahorra es:

$$\text{Tiempo ahorrado} = 5 \frac{\text{veces}}{\text{día}} \times 15 \frac{\text{min}}{\text{vez}} \times 220 \text{ días} = 16.500 \text{ min} = 275 \text{ horas}$$

Y el ahorro anual que se consigue:

$$\text{Ahorro económico} = 20 \frac{\text{€}}{\text{hora}} \times 275 \text{ horas} = 5.500 \text{ €}$$

**PROPUESTA 5. Utilización de etiquetas de radiofrecuencia.**

El empleo de este tipo de etiquetas, supondría un ahorro de 7 minutos en la operación de lectura de etiquetas antes de cargar el material al camión. Esta operación se da en el almacén con una media de 4 veces al día.

$$\text{Tiempo ahorrado} = 4 \frac{\text{veces}}{\text{día}} \times 7 \frac{\text{min}}{\text{vez}} \times 220 \text{ días} = 6.160 \text{ min} = 102,67 \text{ horas}$$

Con esta operación se ahorraría un total de:

$$\text{Ahorro económico} = 20 \frac{\text{€}}{\text{hora}} \times 102,67 \text{ horas} = 2.053,33 \text{ €}$$

**PROPUESTA 6. Implantación de un sistema de gestión de almacenes (SGA).**

Un SGA supone un ahorro estimado del 15 % del tiempo utilizado en las distintas operaciones tanto organizativas como de procesos que se dan en el almacén. En el almacén trabajan cuatro operarios. Dos de ellos con labores administrativas y dos de ellos como carretilleros. Con estos datos, la valoración económica se muestra en la siguiente tabla:

	<b>Cantidad</b>	<b>Coste unitario (€/hora)</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Coste global (€)</b>
Carretillero	2	26,00	1.760	91.520,00
Administrativo	2	20,00	1.760	70.400,00
<b>TOTAL</b>				161.920,00
Ahorro del 15%				24.288,00

Tabla 3: Ahorro económico de la implantación de un SGA.

Por tanto, cada año se consiguen ahorrar 24.288,00 € gracias a esta mejora.

La tabla siguiente se muestra a modo de resumen:

<b>Nº propuesta</b>	<b>PROPUESTA</b>	<b>Tiempo ahorrado</b>	<b>Horas anuales</b>	<b>Euros anuales</b>
1	Compra e instalación de estantes	6'	44	1.144,00
2	Reorganización de los componentes férricos y de cobre	-	-	No cuantificable
3	Nueva distribución en planta	2'	14,67	381,33
4	Mejora de los procesos de recepción y ubicación	15'	275	5.500,00
5	Utilización de etiquetas de radiofrecuencia	7'	102,67	2.053,33
6	Implantación de un SGA	-	-	24.288,00
<b>TOTAL</b>			436,34	33.366,66

Tabla 4: Resumen de resultados

En los gráficos 1 y 2 se aprecia el impacto de la aplicación de las distintas propuestas.

Nº de propuesta	Nombre de la propuesta
PROPUESTA 1	Compra e instalación de estantes
PROPUESTA 2	Reorganización de los componentes férricos y de cobre
PROPUESTA 3	Nueva distribución en planta
PROPUESTA 4	Mejora de los procesos de recepción y ubicación
PROPUESTA 5	Utilización de etiquetas de radiofrecuencia
PROPUESTA 6	Implantación de un SGA

Tabla 5: Resumen de las propuestas

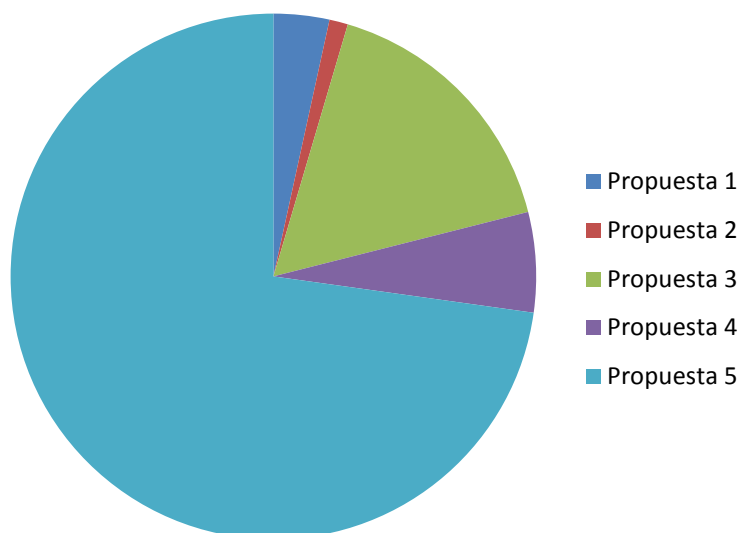


Gráfico 1. Comparación del impacto económico de las propuestas.

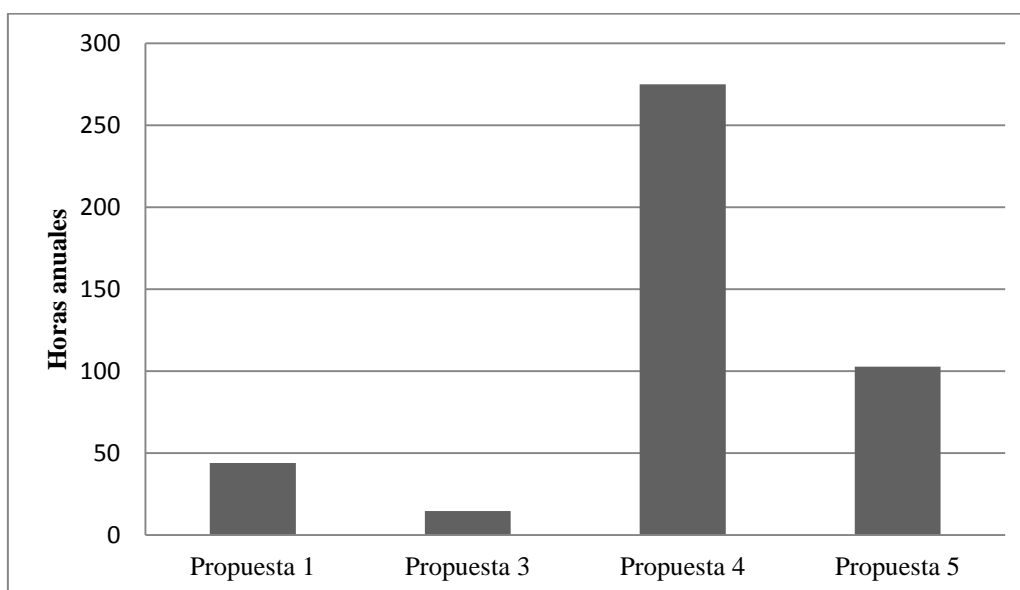


Gráfico 2. Reducción de horas anuales por mejora individual

## 4. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS ACCIONES DE MEJORA.

### **PROPUESTA 1: Compra e instalación de estantes de la empresa MECALUX para solucionar los problemas de los rollos.**

La parametrización y la instalación de las estanterías se han efectuado de acuerdo al catálogo de estantes de la empresa MECALUX S.A. Esta empresa ofrece soluciones de almacenamiento a las empresas con el fin de optimizar la gestión y el funcionamiento de los almacenes. En el catálogo se pueden consultar los distintos tamaños y formas de todos los estantes que se pueden confeccionar. De acuerdo con el catálogo, estos son los distintos elementos que hay que tener en cuenta y los que se han elegido en este caso.

#### Profundidad

La profundidad máxima que puede haber, según el catálogo Mecalux, entre los puntales es de 1.200 mm

#### Puntales

Existen diversos tipos de puntales de distintos tamaños y con altura flexible. Para este caso necesitamos unos puntales de 8.500 mm de altura con la configuración A10.

#### Largueros

Los largueros son las piezas que se colocan uniendo los puntales para formar un estante. Sobre ellos descansa el peso del producto almacenado.

En nuestro caso, en el que el peso de la carga es elevado y variable, por seguridad, es conveniente utilizar los largueros de mayor tamaño: los largueros para paletas modelo 2C-S 1718 con altura de 170 mm y ancho de 50 mm.

La longitud del larguero viene determinada por el tipo de almacenaje. En el caso de los rollos, como son más anchos que los paletas, la solución elegida es utilizar largueros de 2.700 mm. Estos largueros son los adecuados para el almacenaje de tres paletas en la misma altura y estante pero en el caso de los rollos solo se ubicarán dos rollos ya que como se ha visto, son más anchos.

#### Alturas

Para determinar la altura entre largueros y así poder determinar el número total de alturas del estante se debe sumar la altura del paleta, la altura del larguero y la holgura que viene determinada por la tabla del catálogo y depende de la altura de la paleta y del larguero:

Altura paleta (mm): 850

Altura larguero (mm): 170

Holgura (mm):	75	100	125
TOTAL (mm):	1.095	1.120	1.145

Con estos cálculos sabemos la altura mínima necesaria. La solución más adecuada sería utilizar alturas de 1.200 mm para todos los niveles, de modo que hay sitio más que suficiente para evitar problemas. La altura total sería entonces de 7.200 mm. Los puntales de 8.500 mm son un poco largos aunque apropiados. Como la finalidad de estos estantes es el almacenaje de rollos y estos a veces tienen embalajes de algo más de altura, la posibilidad de hacer la primera altura de 1.400 o 1.500 mm es muy recomendable. La altura total sería entonces de 7.500 mm y los puntales de 8.500 mm.

En fábrica se necesitarían apilar aproximadamente unos 160 rollos. Algunos pueden apilarse dos en la misma ubicación pero otros no. Puestos en la peor situación posible, todos los rollos deberían ocupar una única ubicación por lo que se necesitan 160 ubicaciones. Cada estante tiene 7 alturas de 2 ubicaciones cada una lo que hace un total de 14 ubicaciones/estante.

$$160 \text{ ubicaciones} / 14 \text{ ubicaciones/estante} = 11,43 \text{ estantes.} \rightarrow 12 \text{ estantes.}$$

$$12 \text{ estantes} \times 14 \text{ ubicaciones/estantes} = 168 \text{ ubicaciones.}$$

Cada estante tiene una longitud total que es igual a la suma del larguero y la anchura de los puntales.

Longitud larguero (mm):	2.700
Anchura puntal (mm):	102 x 2 = 204
TOTAL (mm):	2.904

Cada estante mide en total 2.904 mm y si necesitamos un total de 12 estantes de una profundidad de 1.200 mm eso supone un área total de 41,82 m<sup>2</sup>.

En la actual distribución, el sitio total del que se dispone para estos rollos es el que se muestra en la tabla 3.

Largo (m)	Ancho (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )
18,0	3,1	55,80
31,2	2,8	87,36
<b>TOTAL</b>		<b>143,16</b>

Tabla 6: Superficie actual para almacenar rollos

El total de superficie ocupada actualmente es de 143,16 m<sup>2</sup>. Según la nueva distribución en estanterías esto se vería reducido a 41,82 m<sup>2</sup> de superficie. Esto supone una reducción del 70,8 % de espacio. Los estantes solo ocuparan un 29,2 % del espacio ocupado anteriormente.

## **PROPUESTA 2: Reducción y reagrupación de los estantes de componentes férricos y aleaciones de cobre y sustitución de los estantes necesarios.**

Hay 16 estantes tipo E en el almacén. Ocho están destinados al almacenaje de componentes férricos y los otros ocho para el almacenaje de distintos productos y componentes que no son de este tipo. Estos ocho en los que no se almacenan componentes férricos, hay que modificarlos o sustituirlos para adecuarlos al producto que se ubica en ese sitio ahora.

Los estantes tipo E tienen la capacidad de 14 ubicaciones. El problema de estos estantes está en la profundidad que tiene que es de tan solo 800 mm. La modificación ampliando esta profundidad a 1.100 mm es una solución viable económicamente porque no hay que tirar ni adquirir nuevas estanterías, solo modificando las actuales ya se obtiene una solución adecuada.

Por otro lado, si se prefiere, estos estantes se pueden sustituir por estantes del tipo I que son bastante adecuadas para el almacenaje de componentes varios. Pero atendiendo a cuestiones económicas es mejor opción modificar las de tipo E ya que no hay ningún problema ni de espacio ni de ningún otro tipo y siguen siendo adecuadas.

Los ocho estantes tipo E utilizados para almacenar componentes férricos hacen un total de  $14 \times 8 = 112$  ubicaciones. Actualmente hay menos de 30 ubicaciones ocupadas por lo que se podrían reagrupar estos componentes y destinar solo tres estantes a esta función. Con esto habría  $14 \times 3 = 42$  ubicaciones para componentes férricos. Hay ubicaciones en sobra para cuando se necesiten más componentes férricos y se pueden reducir en cinco el número de estantes necesarios.

Espacio ocupado por estantes de componentes férricos antes:  $8 \times 2.400 \text{ mm} \times 800 \text{ mm} = 15,36 \text{ m}^2$

Espacio ocupado después de reagrupación:  $3 \times 2.400 \text{ mm} \times 800 \text{ mm} = 5,76 \text{ m}^2$

Espacio libre:  $15,36 - 5,76 = 9,6 \text{ m}^2$

## **PROPUESTA 3: Redistribución en planta para mejorar ubicación de los tubos y las sierras.**

Las sierras están en el almacén para cortar los tubos a la medida necesaria. Actualmente los tubos y las sierras están separados por lo que hay que estudiar la posibilidad de una nueva distribución de la planta con el fin de que las sierras y los tubos estén más cerca y observar si se puede mejorar también algún otro proceso con la nueva distribución en planta.



Equipos y maquinaria utilizada:

Para una correcta distribución es necesario disponer de información sobre los equipos y la maquinaria que se utilizan en el almacén.

- Estanterías fijas:

Nombre	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Cantidad
Tipo A	3455,5	1100	176
Tipo B	3455,5	1100	16
Tipo C	1900,0	1100	42
Tipo D	2700,0	1100	8
Tipo E	2375,0	800	16
Tipo F	3675,0	1100	14
Tipo G (Cantiléver)	2500,0	2200	16
Tipo H1	2775,0	1100	12
Tipo H2	2375,0	1100	8
Tipo I	3455,5	1100	16
Tipo J	1900,0	1100	6

*Tabla 7: Tipos de estantes del almacén y sus dimensiones*

- Sierras: Se trata de dos sierras que ocupan una superficie de 9,1 m<sup>2</sup> y 9,4 m<sup>2</sup>.
- Enfardadora: Se utiliza para enfardar los envíos. Ocupa un espacio de 13 m<sup>2</sup>.
- Flejadora: Hay una flejadora actualmente colocada en un lado del almacén y ocupa un espacio de 2 m<sup>2</sup>.
- Compresor: El compresor se utiliza para flejar y está colocado a un lado del almacén, cerca de los muelles.
- Zona almacenaje rollos: Es la zona dónde se dejan los rollos de aluminio en el suelo. Son dos pasillos que tienen una superficie total de 620 m<sup>2</sup>.
- Muelle carga y descarga: El muelle de carga tiene un espacio total de 275 m<sup>2</sup> en los que se incluyen la zona de carga y descarga y las zonas dónde el producto acabado espera para ser recepcionado y ubicado.
- Zona material pendiente de recepción: Tiene una superficie de 40,5 m<sup>2</sup>.
- Oficinas: 34 m<sup>2</sup>.
- Báscula: Se trata de una báscula para pesar las devoluciones de fábrica. Ocupa un espacio de 7 m<sup>2</sup>.
- Zona devoluciones de fábrica: Es la zona dónde se dejan las devoluciones de fábrica hasta que son recepcionadas y ubicadas. Tiene una superficie de 34 m<sup>2</sup>.
- Zona devoluciones a proveedor: Es la zona dónde se deja el material que se va a devolver al proveedor hasta que se tramita la devolución y viene a llevarse el material. La superficie que ocupa es de 12 m<sup>2</sup>.
- Zona prototipos: Aquí se dejan los prototipos elaborados en fábrica. Su superficie es de 5 m<sup>2</sup>.

En el plano 1 se muestra la distribución actual del almacén.

### Análisis de los procesos del almacén:

Se deben analizar son los recorridos de los materiales dentro del almacén.

Se utilizará la siguiente nomenclatura para hacer el diagrama de procesos de los materiales:







Símbolo y tipo de operación.	Definición.	Resultado predominante.
<b>Operación.</b> 	Tiene lugar una operación cuando se cambia intencionadamente alguna de las características físicas o químicas de un objeto o se prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. También tiene lugar cuando se da o recibe información o cuando se planifica o calcula.	Produce o realiza.
<b>Transporte.</b> 	Tiene lugar un transporte cuando se desplaza un objeto de un lugar a otro, excepto cuando este movimiento forma parte de una operación o es motivado por el operario en el puesto de trabajo durante una operación o inspección.	Desplaza.
<b>Inspección.</b> 	Tiene lugar una inspección cuando se examina un objeto para su identificación o se verifica en cuanto a calidad o cantidad.	Verifica.
<b>Espera.</b> 	Tiene lugar una espera cuando condiciones ajenas a un cambio intencionado de las características físicas o químicas de un objeto no permiten o no requieren la inmediata ejecución de la próxima acción planeada.	Interfiere.
<b>Almacenaje.</b> 	Tiene lugar una espera cuando se guarda y protege un objeto contra un traslado no autorizado.	Guarda.
<b>Actividad combinada.</b> 	Cuando se desea indicar actividades realizadas, ya sea simultáneamente o por el mismo operario en el mismo puesto de trabajo, se combinan los símbolos de estas actividades (así, se representa con un círculo inscrito en un cuadrado una operación e inspección combinadas).	Varias actividades.

Figura 12: Nomenclatura del diagrama de procesos

Los procesos más importantes a tener en cuenta son: La operación de serrado, la recepción de producto acabado, la gestión de envíos, la gestión de devoluciones de fábrica y la recepción de materia prima.

En las siguientes figuras se muestran los procesos de forma esquemática prestando atención sobre todo a la parte de los procesos en los que hay recorrido de material o personal dentro del almacén. Es decir, se prestará menos atención a los pasos organizativos ya que estos son una cuestión diferente y no se pretende analizar cómo mejorarlos en esta propuesta en concreto.

- Operación de serrado: es la más susceptible de mejorar ya que es la que tiene un mayor recorrido que se puede ver reducido con una distribución mejor.
- Recepción de materia prima
- Recepción de producto acabado
- Devoluciones de fábrica
- Gestión de envíos

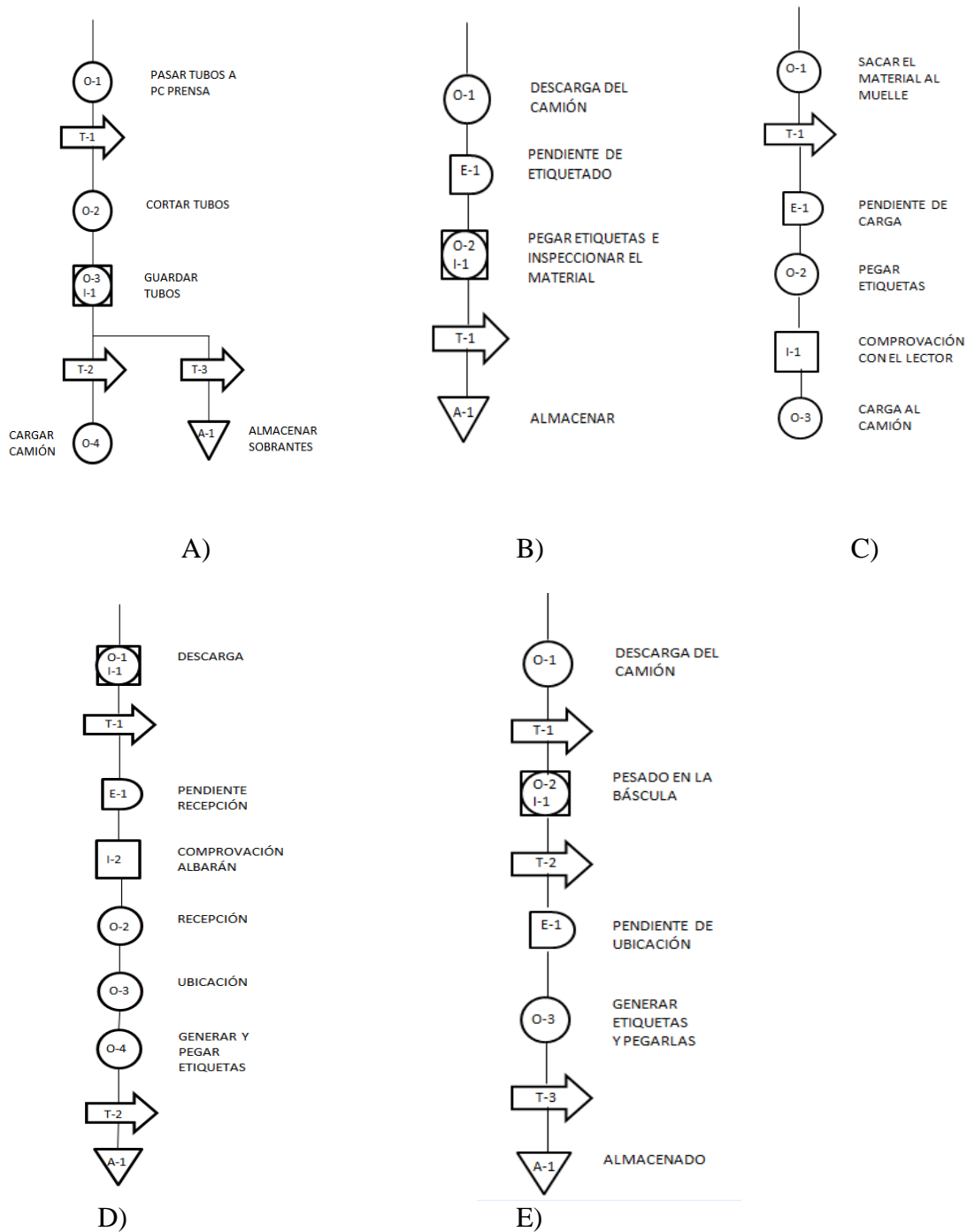


Figura 13: Diagramas de los distintos procesos; A) Operación de serrado; B) Recepción del producto acabado; C) Gestión de envíos; D) Recepción de materia prima; E) Devoluciones de fábrica

Gracias a estos esquemas podremos establecer las relaciones que existen entre los distintos espacios dentro del almacén y con ello aplicar la metodología *Systematic Layout Planning* (SLP).

En concreto, hay que prestar mucha atención a la operación de serrado de tubos ya que por su distribución actual se observa que hay un recorrido de material innecesario que es lo que se propone evitar con esta propuesta. Por ello, la nueva distribución en planta que a continuación se va a proponer, prioriza el ahorro de tiempo en esta operación a través de mejorar la distribución de los elementos que intervienen en ella sin alterar el recorrido de las otras operaciones.

Siguiendo la metodología SLP (*Systematic Layout Planning*) se realizara una tabla relacional de actividades. Una vez conocidos los recorridos de los distintos materiales, se deben plantear el tipo y la intensidad de las relaciones entre las distintas actividades. No solo hay que tener en cuenta los recorridos de los materiales sino también factores que pueden afectar como la seguridad, la higiene, las exigencias constructivas, el abastecimiento de energía...

Para representar estas relaciones se acostumbra a utilizar el siguiente código de letras: A (absolutamente necesario), E (esencialmente importante), I (importante), O (importancia ordinaria), U (sin importancia), X (rechazable). En la siguiente tabla se muestra a modo de resumen:

Código	Relación de proximidad
A	Absolutamente necesaria
E	Esencialmente importante
I	Importante
O	Importancia ordinaria
U	Sin importancia
X	Rechazable

Tabla 8: Relaciones de proximidad

La tabla relacional de actividades consiste en un diagrama de doble entrada. En el anexo 1 se muestra la tabla relacional de actividades del caso que nos ocupa:

Una vez hecha esta tabla, se debe realizar el diagrama relacional de actividades. Con la ayuda de la tabla anterior, este diagrama trata de reunir toda la información que se ha recogido hasta el momento y organizarla de forma topológica. En este diagrama las actividades no tienen ninguna forma definida y son adimensionales. La relación entre ellas se representa con un código de líneas.

Código de líneas	
A	=====
E	=====
I	=====
O	=====
U	Sin línea
X	-----

Tabla 9: Código de líneas

El diagrama debe ajustarse de forma que se eviten en la medida de lo posible el número de cruces entre las líneas que relacionan las actividades y teniendo en cuenta el principio de la mínima distancia recorrida por el producto. En la figura 14 se puede ver el diagrama que se ha realizado.

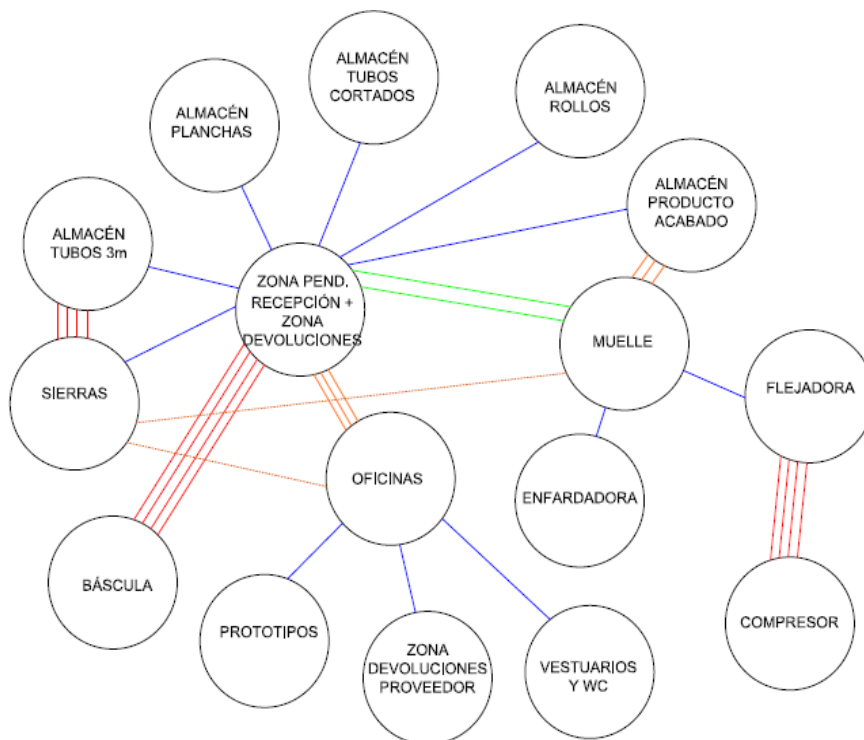


Figura 14: Diagrama relacional de actividades

El siguiente paso es desarrollar el diagrama relacional de espacios. Partiendo de la base del diagrama anterior, en este se incluyen datos sobre el espacio que ocupa cada

actividad y sobre el número de equipos utilizados en cada actividad. Por tanto el resultado final es un diagrama similar al anterior pero con más información. En la siguiente figura se observa la información contenida en estos diagramas.

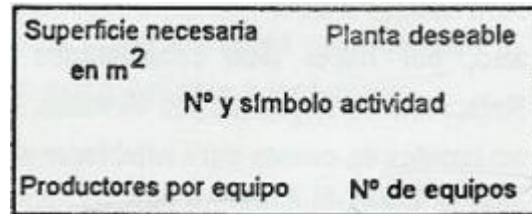


Figura 15: Información en diagrama relacional espacios

A continuación se muestra el diagrama ideal y una propuesta sobre la distribución real que se puede llevar a cabo para mejorar la instalación.

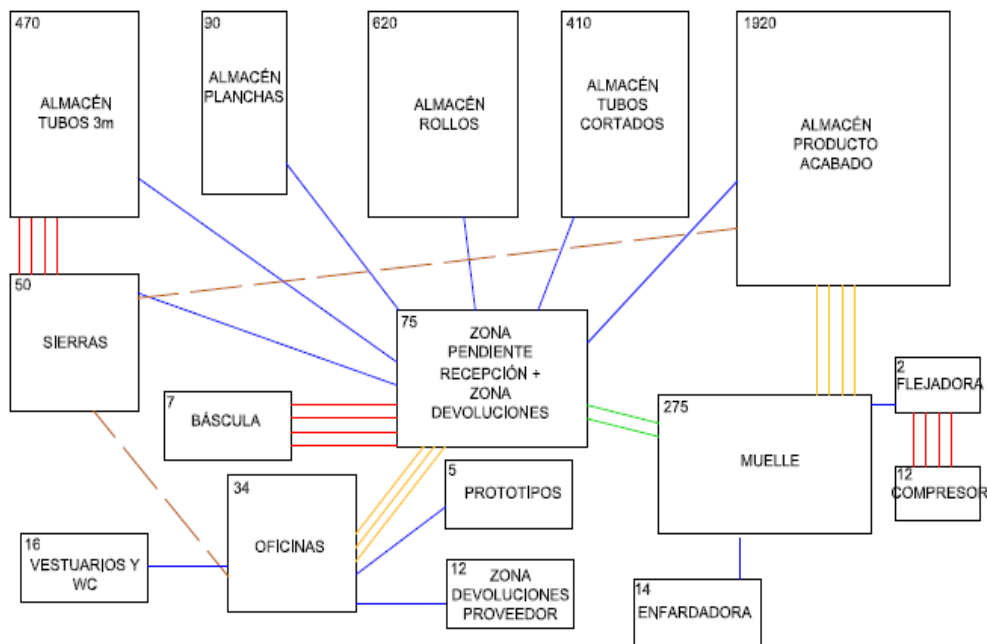


Figura 16: Diagrama relacional espacios

La nueva distribución en planta se muestra en el plano 4. En la nueva distribución se observan los siguientes cambios:

- La flejadora se mueve y pasa a estar al lado del compresor. Estas dos máquinas se utilizan conjuntamente muchas veces por lo que es conveniente que estén cerca.

- Las sierras son el cambio más significativo ya que pasan a estar al lado de los estantes dónde se almacenan los tubos de 3 m. Con este cambio se reducen los movimientos de material en la operación de serrado.
- Gracias al cambio de situación de las sierras, se gana espacio para el almacenaje de rollos.
- Con la reorganización de los estantes de hierro y cobre que se propone en la propuesta anterior se optimiza el espacio por lo que se pueden reducir dos estantes de los componentes en la zona del almacén de planchas. Con esta reducción se consigue que haya espacio suficiente para circular con las carretillas por el lado de las sierras.
- Por último, se gana espacio para dejar material pendiente de recepción gracias también al desplazamiento de las sierras.

#### **PROPUESTA 4: Mejora de los procesos de recepción y ubicación.**

En esta propuesta se valoran distintas mejoras cuyo principal objetivo es mejorar los procesos de recepción y ubicación para minimizar la acumulación de trabajo sin realizar.

##### Elaborar calendario de entradas y salidas del almacén

Con el objetivo de mejorar la planificación en el almacén es importante saber con antelación cuando van a llegar los materiales que se han comprado y cuando deben salir los vendidos. Es por esto que es necesario establecer una comunicación con los proveedores con la finalidad de planificar la entrega de materiales. De este modo se conseguiría que hubiese una mejor planificación de la carga de trabajo en el almacén y se evitaría aglomeraciones de materia prima unos días y que no haya entregas otros días.

Se deben establecer días de descarga concretos que se repitan todas las semanas. Es más importante cuantas más veces tiene que venir un proveedor.

Procedimiento:

- Sacar lista con proveedores.
- Crear calendario con días de entrega por proveedor.
- Comunicar cambios a los proveedores. Negociar cambios si es necesario.
- Observar si aumenta carga de trabajo.

Hay que asegurarse de que este calendario se cumpla, ser exigentes con los proveedores y no ceder. Es importante seguir con el procedimiento y que no se rompa. Este paso se debe conseguir con disciplina para que no se pierdan los cambios, como en el paso último de las cinco eses.

También con el mismo objetivo es importante mejorar la comunicación interna entre las secciones y el almacén. Es conveniente establecer un horario de peticiones de material de abastecimiento a través del sistema. A partir de una hora a acordar, las secciones no podrán hacer más pedidos. De esa forma el almacén planifica mejor los viajes del camión a la planta y se puede sacar más provecho de estos movimientos.

#### Integrar etiquetas en el proveedor

Otra mejora interesante, con el objetivo de ahorrar tiempo en la recepción de materia prima, es la de pedir a los proveedores que etiqueten sus productos con las etiquetas de la empresa para que al llegar al almacén, se lean las etiquetas y el producto quede recepcionado.

Esta solución acabaría con dos problemas:

1. Se reduciría el tiempo necesario para recepcionar la materia prima.
2. Se evitaría la aglomeración de productos sin recepcionar con lo que desaparecerían las llamadas entre departamentos para ver si hay producto que ha llegado pero no se ha recepcionado.

Sin embargo este proceso conlleva dos problemas nuevos a los que se debería hacer frente:

1. La dificultad técnica. Habría que crear algún tipo de plataforma web desde dónde los proveedores descargarían las etiquetas de la empresa. Este proceso, aunque posible, resulta de dificultad elevada para el departamento de sistemas. Llevaría bastante tiempo crear este puente de unión entre los sistemas de la empresa propia con las empresas exteriores.
2. El segundo problema es que habría que comprar y realizar la instalación de los dispositivos necesarios en las empresas proveedores. Las impresoras de etiquetas tienen un coste elevado y como hay muchos proveedores diferentes habría que hacer una inversión importante.

Se puede empezar probando el sistema con tres proveedores distintos y si el funcionamiento es satisfactorio ampliar el número de proveedores.

#### Utilización de tabletas para hacer una rápida recepción

Esta mejora se centra en disponer de tabletas electrónicas con las que poder hacer la recepción desde la zona de pendientes de recepción. De esta forma se evitan los desplazamientos de los empleados desde las oficinas a la zona dónde está el material. Al



realizar estas recepciones así, se hacen más rápidas y ágiles por lo que hay menos material pendiente de recepción al sistema.

El procedimiento que se seguiría es el siguiente:

- Llega el camión al almacén.
- La carretilla descarga el material.
- Operario revisa albarán y hace la recepción al sistema mientras la carretilla descarga utilizando la tableta que, por supuesto, están conectada al sistema.
- El material queda pendiente de ubicación.

Los recursos necesarios para llevar a cabo esta operación solo son:

- Dos operarios.
- Carretilla elevadora.
- Tableta o dispositivo portátil con acceso al sistema.
- Albarán.

Para medir esta propuesta se pueden utilizar como indicadores el tiempo que se tarda en hacer las recepciones o la cantidad de producto sin recepcionar que se acumula.

### **PROPUESTA 5: Radiofrecuencia para agilizar la lectura de etiquetas.**

El objetivo de esta mejora es el de sustituir las actuales etiquetas de códigos de barras por etiquetas RFID con la finalidad de hacer que el proceso de lectura de etiquetas al cargar envíos sea más rápido y ágil y no se cometan errores.

La descripción del funcionamiento se ha visto anteriormente. Para llevar a cabo esta mejora, hay que adquirir las impresoras de etiquetas RFID para empezar a utilizarlas. Al mismo tiempo, se debe de instalar un arco lector en el muelle para que los productos se lean al cargar el camión. Esta instalación queda a cargo de una empresa especializada.

La sustitución de etiquetas debe hacerse de forma gradual, de modo que durante un tiempo en el almacén se trabajará con etiquetas de código de barras y con etiquetas RFID.

La duración de la realización de estos proyectos varía entre los 4 y 6 meses incluyendo un análisis previo, la instalación de los elementos necesarios, el desarrollo de los sistemas informáticos necesarios y los test pertinentes.

La realización de esta propuesta debe llevarse a cabo por profesionales que desarrollen el software de lectura de etiquetas necesario para el caso en concreto y que monten la instalación necesaria.

Las ventajas de esta mejora son el ahorro de tiempo en la lectura de etiquetas y la minimización de errores.

### **PROPUESTA 6: Adquisición de un sistema de gestión de almacenes (SGA).**

El funcionamiento y las ventajas de los SGA se han descrito anteriormente. Con un nuevo software se podría mejorar la organización del almacén. Las ubicaciones quedarían mejor definidas y se podrían realizar estudios sobre movimientos de materiales y sobre la rotación de productos.

Con esta mejora se podrían hacer mejoras de las ubicaciones de los materiales y se reducirían los movimientos de carretillas y personas y también el tiempo empleado buscando ubicaciones.

La instalación de un software de este tipo debe ser realizado por empresas que se dedican a la elaboración de estos productos. Para cada situación, el tipo de software elaborado es diferente por lo que el precio de cambiar el actual sistema a otro nuevo es el principal problema de esta mejora.

Las ventajas de un SGA frente al sistema que se utiliza ahora son principalmente:

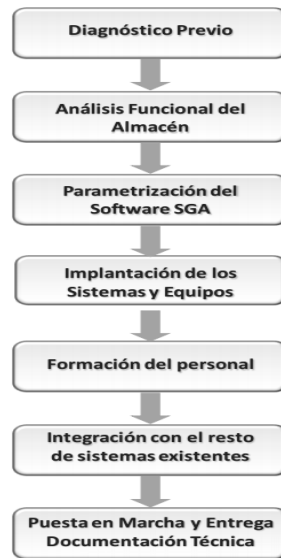
- Se puede saber el inventario en tiempo real y tener un control del stock total.
- Reducción de los costes logísticos, es decir, se realizan menos operaciones de transporte que no aportan nada.
- Se consigue hasta un 20 % de reducción en el tiempo de preparación de pedidos.
- Se puede integrar fácilmente en el ERP de la empresa.
- La interfaz es 100 % web y muy intuitiva.

Cuando se va a implantar un sistema de gestión de almacenes, hay diversos aspectos a tener en cuenta:

- *La dirección.* Para una implantación adecuada, el apoyo por parte de la dirección de la empresa es fundamental. La implantación de un SGA conlleva una toma de decisiones importantes que afectarán a personas dentro de la empresa y a los procesos del almacén y estas decisiones solo pueden tomarlas la dirección.
- *Las personas.* Puede existir cierta resistencia al cambio por parte de los trabajadores. Por eso, la mejor manera de llevar a cabo esta implantación es contando con la implicación de todo el personal relacionado. En este caso, los trabajadores del almacén.
- *Los procesos.* Cuando se implementa un SGA, hay importantes cambios en los procedimientos y procesos que se siguen. La modificación de las operaciones y su consolidación en la empresa no suele ser sencilla y precisa de un tiempo hasta su consolidación.
- *Materiales y organización interna del almacén.* Al implanta un SGA, es un buen momento para plantearse una reorganización interna del almacén más adecuada. Con el análisis de la mercancía y la organización interna del

almacén se puede conseguir una mejora integral de este antes incluso de instalar el SGA.

Los pasos para implantar un SGA se muestran en la figura 17.



*Figura 17: Secuencia de implantación del SGA*

## **5. PLAN DE IMPLANTACIÓN DE LAS ACCIONES PROPUESTAS.**

El plan de implantación de las acciones propuestas varía en función de cada propuesta. En este punto se proponen los planes de implantación de las acciones descritas anteriormente para que sirva como orientación. Es posible que los planes reales disten de los que se describen a continuación ya que no se ha profundizado en la elaboración de estas directrices puesto que no entra en el alcance del proyecto.

### Adquisición nuevos estantes para almacenar rollos:

El primer paso a realizar es el de vaciar el espacio dónde se colocarán los nuevos estantes. Es decir, hay que apartar los rollos que se almacenan ahí. A este proceso se le asigna una duración de una semana para que se haga sin interferir en las acciones diarias.

El siguiente paso es el de montar los estantes. Este proceso tratándose de 12 estantes puede durar otra semana más.

Finalmente, deben crearse las nuevas ubicaciones en el sistema y después colocar los rollos en los nuevos estantes. En estas tareas se dedicará otra semana más.

En resumen, en tres semanas esta acción podría implantarse en el almacén.

### Reagrupación de estantes para componentes férricos y cobre:

Para esta mejora, el primer paso es reagrupar el material disponible, lo cual sólo toma un día.

Durante una semana, se debe proceder al vaciado de las estanterías que deben modificarse y después a la modificación de las mismas. Finalmente, se vuelve a colocar el material en su sitio.

### Distribución en planta:

La distribución en planta es relativamente rápida de realizar. Lo primero es reorganizar los estantes de componentes para eliminar dos estantes que sobran. Este paso puede llevar un día.

Durante los siguientes días se procede a realizar los cambios de la nueva distribución: El primer día para poner a punto el nuevo sitio de las sierras y mover la flejadora. El segundo día se procede al traslado de una sierra y al día siguiente la otra sierra.

Finalmente se necesitarán dos días más para poner a punto las sierras y limpiar la nueva zona que ha quedado libre y que puede utilizarse para almacenar los rollos. En total, el tiempo de ejecución será de seis días.

#### Implantación de tabletas o dispositivos portátiles:

Para la puesta en marcha de esta propuesta, primero se probará durante dos semanas ha hacer los distintos procesos a través de una tableta. Durante estas semanas se anotarán los fallos observados y las llamadas telefónicas entre las distintas secciones y el almacén que tengan que ver con la disponibilidad de material. También se apuntará el tiempo empleado haciendo recepciones con la tableta. Estas medidas servirán de indicadores.

Si se ha reducido el número de llamadas y los tiempos de operación, se adquirirá definitivamente una tableta y se estandarizará el nuevo proceso de recepción mediante tabletas electrónicas.

#### Llegada ordenada de proveedores:

El primer paso aquí es hablar proveedores para establecer horarios teniendo en cuenta la carga actual del almacén. El jefe de almacén tomará nota durante dos o tres semanas cuando hay muchas entradas y la carga es alta. Con estos datos, se procederá a ponerse en contacto con los proveedores para establecer los calendarios. En un primer paso se hará solo con los proveedores más asiduos.

Durante 2 meses, se trabajará siguiendo el horario creado. Para hacer un seguimiento, se comprobará que los proveedores llegan los días acordados. Como indicadores se utilizará la carga de trabajo del almacén y el estado de saturación del material pendiente de recepción.

Con todo esto se hará un informe final de esta situación para valorar si los cambios son adecuados. De ser así, se establecerá este horario y se incluirán más proveedores en el calendario.

En cuanto a los pedidos de fábrica, se deberá establecer un horario para pedidos. Se pondrá a prueba durante dos semanas. Si no hay paradas en planta por falta de material, ni saturación del camión en los viajes se mantendrá el horario.

Antes de establecer el horario, conviene hacer un estudio durante dos-tres semanas para ver en qué momentos hay más peticiones por parte de las secciones de la fábrica.

Si la evaluación al cabo de las dos semanas de esta situación fuera desfavorable, habría que poner otro horario y volver a ponerlo a prueba.

#### Etiquetas para el proveedor:

El primer paso es adaptar el sistema de gestión del almacén para que los PC de los proveedores puedan acceder a él mediante internet y así imprimir las etiquetas con códigos de barras que se identifiquen dentro del sistema de la empresa. El tiempo aproximado de este paso es de 1 mes.

A continuación se debe poner en contacto con dos o tres proveedores que servirán de prueba. Establecer parámetros para las etiquetas con el proveedor y realizar la instalación necesaria. En dos semanas se podría realizar la instalación.

El siguiente paso es poner este sistema a prueba durante dos meses. Durante este período se deberá hacer un seguimiento: anotar los fallos del sistema, los fallos del lector, el tiempo empleado en hacer recepción y ubicación de los productos de este proveedor y tener en cuenta las dificultades encontradas por los operarios y las dificultades encontradas por el proveedor.

Finalmente analizar estos indicadores y realizar un informe final de la nueva situación. Si es favorable, establecer el mismo procedimiento con otros proveedores.

#### Radiofrecuencia para las etiquetas:

Para la implantación de estas etiquetas RFID, primero se debe proceder a hacer un análisis previo de una duración de un mes.

Una vez realizado y con la situación clara, realizar la instalación de los elementos necesarios como los arcos y las antenas. Esta instalación puede llevar dos semanas.

El período más largo y complejo es el desarrollo del programa correspondiente a la gestión de estas etiquetas y su puesta a punto e integración en el sistema de la empresa. El tiempo que se necesita para esto suele rondar los 3 meses.

Finalmente se realizarán test y pruebas durante dos semanas para comprobar que la instalación funciona antes de la puesta en marcha de sustitución de unas etiquetas por otras. La sustitución gradual de unas etiquetas por otras puede durar hasta 6 meses.

#### Implantación de un sistema de gestión de almacenes:

Para la adquisición de un SGA, el primer paso también es realizar un análisis previo de la situación.

Seguidamente se debe realizar una correcta planificación para establecer objetivos y duraciones.

La implantación la realizará la empresa suministradora del SGA. Dependiendo de la complejidad de los procesos del almacén, la creación y puesta en marcha del software así como la formación de los operarios en esta herramienta será distinta.

Una vez realizado el cambio se deberán evaluar los cambios para ver si es mejor que lo que teníamos antes y se cumplen los objetivos establecidos. Ejemplos de los indicadores que se pueden utilizar en este caso son el tiempo en realizar operaciones, la rotación de productos, la obsolescencia de material, las acumulaciones de material pendiente de recepcionar...

Por los motivos expuestos, es difícil valorar cuanto tiempo se puede tardar en implantar un SGA pero se puede aproximar a unos nueve meses dado que el almacén no tiene operaciones complejas de *picking* y se trata de un almacén convencional no automatizado.

## 6. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

Para analizar si el proyecto es económicamente viable, es necesario realizar el estudio de viabilidad económica. Para ello, es necesario calcular el TIR y el VAN.

En este caso, como se desconocen los beneficios y gastos anuales de la empresa se hará una suposición a modo de ejemplo para ver la viabilidad del proyecto. Lo que si se conoce es la inversión inicial a realizar y los ahorros que suponen las mejoras.

El presupuesto de llevar a cabo estas acciones de mejora es de 90.240,62 €. Este será el dato que tomaremos como inversión inicial.

Esta inversión se quiere amortizar en 2 años. Esto significa que la amortización anual es de 45.120,31 €.

Los beneficios que se obtienen de la aplicación de estas propuestas son los explicados en el punto tres de este capítulo y suman un total de 33.366,66 € anuales. Estos se pueden considerar como beneficios netos.

Por tanto, el flujo de caja (FC) es igual a los beneficios netos (Bn) más la amortización.

$$FC = Bn + \text{amortización}$$

Resumiendo tenemos que:

<b>Inversión inicial</b>	90.240,62 €
<b>Bn</b>	33.366,66 €
<b>Amortización</b>	45.120,31 €
<b>FC</b>	78.486,97 €

Tabla 10: Datos iniciales del estudio

El siguiente paso es calcular el flujo de caja durante estos dos años. Para ello se supone un IPC (índice de precios de consumo) anual del 2.3 %. Con estos datos se obtiene el siguiente flujo de caja en estos dos años:

	1er año	Inversión inicial	Año 1	Año 2
<b>Flujo de caja</b>	78.486,97 €	90.240,62 €	78.486,97 €	80.292,17 €

Tabla 11: Flujo de caja en dos años

Con estos datos se pueden calcular el VAN, el TIR y el periodo de retorno (PR) de la inversión. Estos datos mostrarán la viabilidad del proyecto.



<b>VAN</b>	64.847,90 €
<b>TIR</b>	47%
<b>PR (años)</b>	1,14

*Tabla 12: Resumen del VAN, el TIR y el periodo de retorno*

Se observa un VAN positivo. Esto indica que la inversión produce excedentes. El TIR es bastante alto lo cual es un claro indicador de que la inversión a realizar se va a recuperar.

Por último, el periodo de retorno es de 1,14 años, es decir, que en algo más de un año la inversión ya habrá sido recuperada totalmente.



## **CAPÍTULO 5: APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA METODOLOGÍA *LEAN* EN EL ALMACÉN.**

Cuando se va a realizar una implementación de un método de trabajo como este, hay que tener en cuenta que cada proyecto es distinto. Por eso, las fases que se han mostrado anteriormente son solo orientativas y el proyecto que se nos presenta va a variar ligeramente de estas etapas.

La etapa de fabricación en flujo correspondiente a las mejoras en los sistemas de producción, fase 6 de la implantación, no se va a analizar en este capítulo debido a que el análisis que se hace a continuación es del almacén y no de los procesos de producción. Es por este motivo que no tiene sentido profundizar en esa fase.

Este capítulo tiene por objeto el diseño de un plan de implantación del *lean manufacturing* a un almacén. Para ello se utilizará el método del *lean manufacturing* junto con herramientas como el VSM o las 5 eses. Este plan es orientativo y puede servir como base para una implantación y puesta en práctica del mismo. Para la ejecución real del proyecto se necesitaría un exhaustivo análisis y desarrollo a fondo que en este proyecto no se va a tratar.

### **5.1. FASE 1: DIAGNÓSTICO Y FORMACIÓN.**

La primera fase consiste en el análisis de la situación actual y la formación de los empleados de la empresa.

#### **5.1.1. Formación.**

El primer paso es uno de los más importantes. Formar a los trabajadores y a los altos directivos para que fomenten esta filosofía y la interioricen es el objetivo principal de esta etapa. Se establecerán planes de formación de los empleados para la consecución de los objetivos.

El primer paso es el de formar a las personas que han de participar en la implantación *lean* para que adquieran confianza y conocimientos suficientes para llevar a cabo el proyecto.

En este proceso es responsabilidad de la empresa establecer el plan de formación que consideren más adecuado y ejecutarlo. Los planes de formación son muy variados y de distinta duración. Para realizar un buen plan de mantenimiento hay que seguir los siguientes pasos:

- Análisis de la situación de partida
- Diseño del plan de formación
- Gestión e impartición de la formación
- Evaluación de resultados
- Resultado final y seguimiento

La duración dependerá de la situación actual de partida y de la profundidad de la formación que se va a impartir así como de la complejidad. Para una formación básica en *lean manufacturing* se necesitarían unos 6-7 días de formación en horario de trabajo. Repartidos en un día por semana, nos llevaría aproximadamente dos meses.

### 5.1.2. Recogida y análisis de datos.




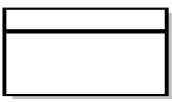
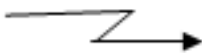

La recogida y análisis de datos es de suma importancia para el éxito del proyecto. Se debe seleccionar un encargado de recoger todos los datos de importancia sobre el almacén. Es necesario recoger datos acerca de los procesos que se dan allí (recorrido de material, operaciones, equipos...), de los productos que se almacenan y de la organización y el funcionamiento actual del almacén (como se transfiere la información, como se estructura...)

Para un buen análisis es necesaria la recogida de datos durante un buen periodo de tiempo para que el encargado sea capaz de observar todos los detalles del funcionamiento del almacén. Aproximadamente entre 3 y 6 meses.

### 5.1.3. Trazado VSM actual.

El siguiente paso es trazar el VSM actual. En este plano se recoge toda la información respecto a flujos de información y de producto.

Lo primero que necesitamos conocer son los símbolos de este mapa. La figura 18 muestra una imagen con los símbolos y su significado.

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Proveedor o cliente		Transporte
	Inventario		Proceso
	Flujo de información electrónica		Departamento




	Línea del tiempo		Flujo de material
	Burbuja de mejora (marca dónde se puede mejorar)		

Figura 18: Símbolos del Value Stream Map

Para realizar el VSM hay que seguir distintos pasos. Estos son, realizar el VSM actual, analizarlo para ver dónde se presentan los principales defectos y estudiar cómo mejorarlo para diseñar el VSM futuro. En la figura XX se muestra un esquema de los pasos a realizar.



Figura 19: Plan de realización del VSM

El primero es identificar el producto o familia que se va a analizar. En este caso, se va a analizar el almacén con todos los procesos que hay en él.

El segundo paso es la realización del VSM actual. Para ello, lo primero es identificar que operaciones se dan lugar en el almacén. En este paso también hay que decidir el alcance del análisis. En este caso, se va a hacer un análisis global representando el proceso principal del almacén de recepción, ubicación y expedición. No se va a entrar a los detalles de cada proceso, porque como se ha visto en anteriores capítulos, cada material tiene un proceso y un tratamiento distinto. El proceso global es donde más se puede mejorar.

A continuación, se dibuja el mapa, con las actividades los departamentos y los proveedores y clientes. Queda por tanto un mapa con esta información pero sin la relación entre cada elemento o actividad.

El siguiente paso es incluir el flujo de información que hay entre los distintos elementos del mapa. Después se incluye la información que se tenga de cada proceso: tiempo ciclo, tiempo de operación, operarios...

Finalmente, el último paso para la elaboración del mapa actual, es incluir los inventarios y la línea del tiempo, que marcara el tiempo que el producto pasa en las distintas operaciones. Para establecer esta línea de tiempo correctamente es necesaria la realización de un estudio de tiempos. Los tiempos que se muestran en el siguiente mapa realizado por el alumno son aproximaciones basadas en la observación del mismo ya que no se dispone de esta información. El hecho es que resulta casi imposible medir cuánto tiempo lleva la realización de estas actividades puesto que cada producto va a tener un tratamiento diferente.

Respecto a la línea del tiempo hay que decir que tiene dos alturas, en la de arriba se muestra el tiempo que un producto pasa como inventario (almacenado en este caso) y la baja el tiempo en minutos de cada operación.

En esta figura se muestra el VSM de la situación actual.

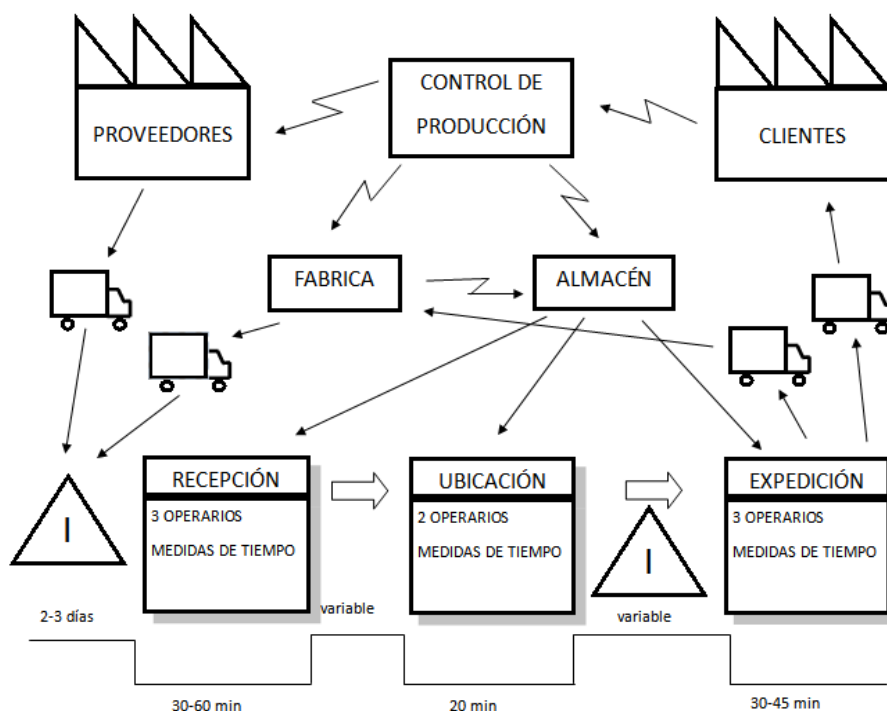


Figura 20: Mapa de valor actual.

Las medidas de tiempo de cada operación no están realizadas. Principalmente esto se debe a que cada operación es diferente según el tipo de producto. Además, la línea de

tiempo es solo orientativa porque dependiendo de la cantidad y el tipo de productos esto puede cambiar. Hay que añadir que el tiempo que pasa entre operaciones también es muy variable puesto que a veces se recepción pero no se ubica inmediatamente y que el tiempo que pasa en el almacén hasta su expedición no es el mismo para cada producto

Llegados a este punto, es necesario analizar el VSM actual para buscar en qué áreas se puede mejorar y como, para hacer el VSM futuro. Para determinar las posibles mejoras sería necesario hacer un buen estudio del tiempo pero como no se dispone de esa información, el análisis se ha hecho con base a la observación. En la figura 21 se muestra el mapa de valor actual pero con burbujas de mejora en los puntos dónde se puede mejorar.

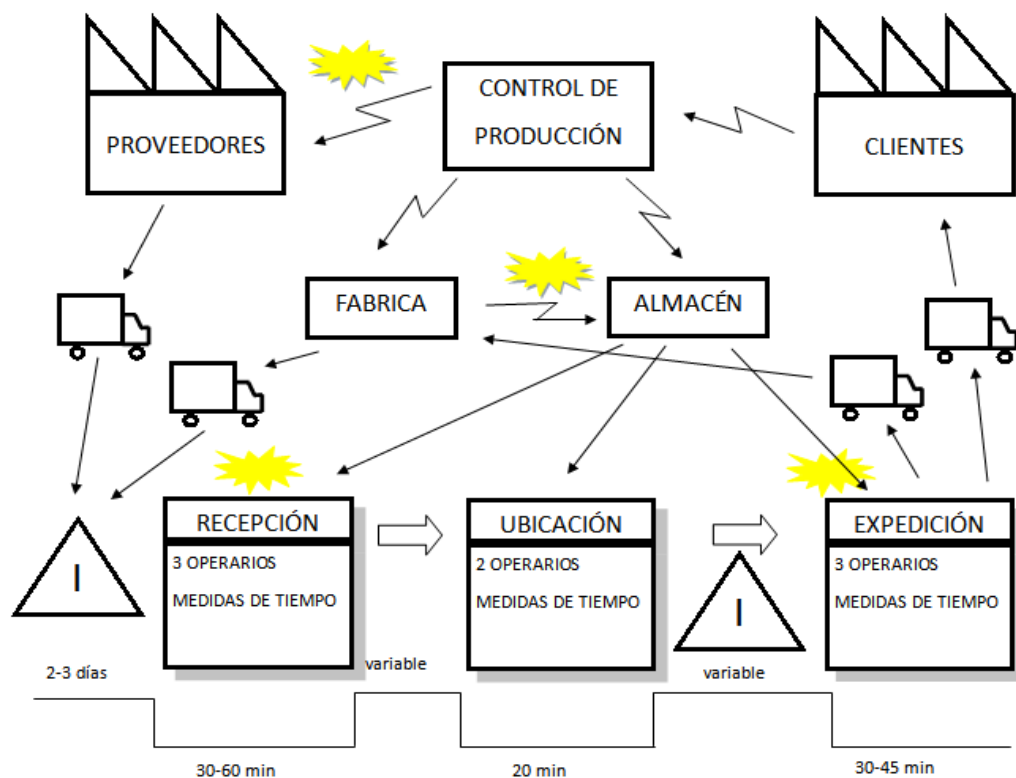


Figura 21: Mapa de valor actual con burbujas de mejora

Como se puede observar, los principales defectos se encuentran en el flujo de información, es decir, en la comunicación. También se puede mejorar el proceso de recepción puesto que es muy lento debido a la carga de trabajo imprevista. La no previsión de llegada de proveedores se puede corregir con la comunicación. De igual modo, se podría agilizar el sistema de expedición si se leyera más rápido las etiquetas. Estas soluciones y algunas otras se tratarán en capítulos más adelante de forma detallada.

Finalmente, con toda esta información, se puede realizar el VSM futuro que muestre de forma ideal lo que se quiere conseguir.

#### 5.1.4. Trazado VSM futuro.

El mapa de valor futuro es casi igual al actual debido a que los principales defectos están en la comunicación, cosa que no se puede representar. Pero con las soluciones adecuadas, se pueden reducir los tiempos de espera antes de ser recepcionado y el tiempo de expedición. Los cambios se aprecian en la línea del tiempo.

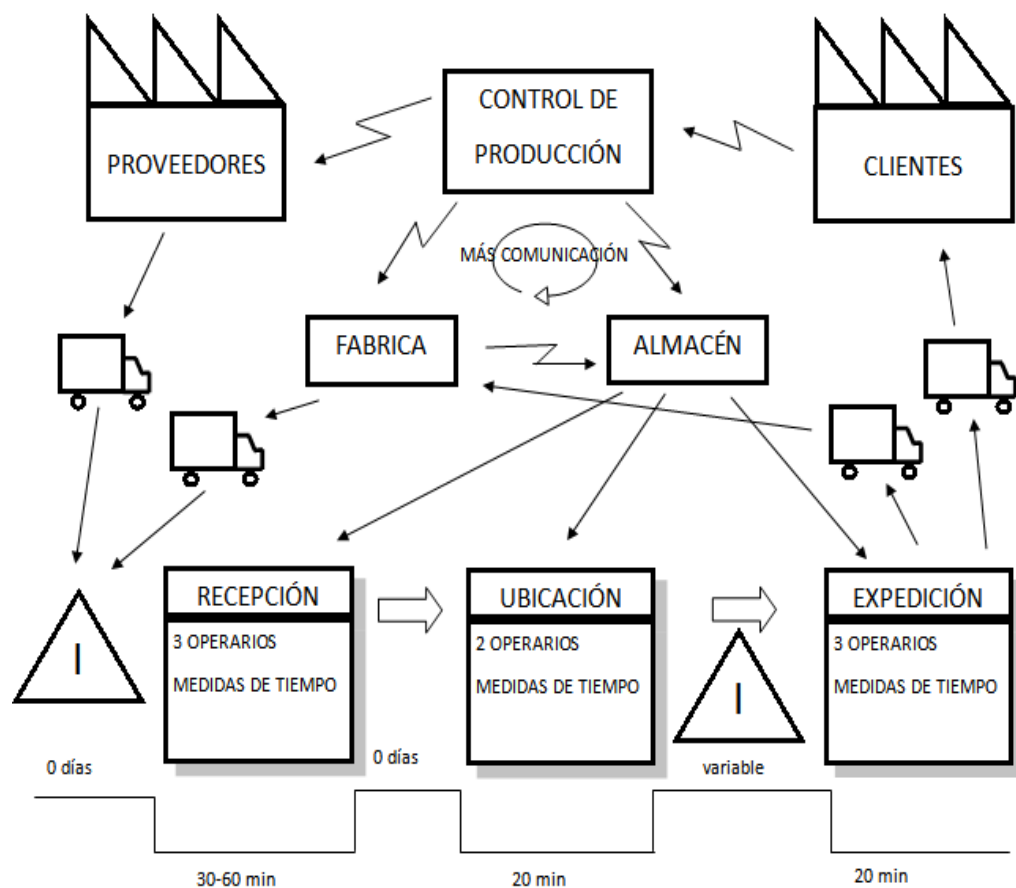


Figura 22: Mapa de valor futuro

## 5.2. FASE 2: PLANIFICACIÓN.

En esta fase, el objetivo principal es planificar la implementación de las técnicas *lean* para mejorar la productividad. Para la realización del proyecto, es necesaria la creación de un equipo de trabajo encargado de la puesta en marcha y supervisión del proyecto.

### 5.2.1. Organización y formación del equipo de trabajo.

El primer paso es definir el equipo de trabajo, que condiciones debe cumplir y cuáles han de ser sus miembros.



El equipo de trabajo debe estar formado por distintos jefes o representantes de los departamentos que conforman la empresa. Estos miembros deben recibir la formación adecuada y tiene que cumplir con un perfil concreto.

La descripción del equipo de trabajo se encuentra en el capítulo 3.

### **5.2.2 Planificación del proyecto.**

La planificación del proyecto es llevada a cabo por el equipo de trabajo formado en la etapa anterior. Aquí se establecen los objetivos y el plan de actuación para alcanzar dichos objetivos.

#### *Paso 1. Establecer los objetivos.*

Los objetivos de la implantación del *Lean manufacturing* al almacén son:

- Detectar los despilfarros más importantes dentro del almacén
- Eliminar o reducir estos despilfarros a través de una mejor organización del almacén.
- Optimizar el espacio disponible
- Optimizar las operaciones que se dan lugar en el almacén
- Implantar y mantener la cultura de la mejora continua a lo largo del tiempo

Estos objetivos son concretos para el almacén pero cuando se quiere implantar el *lean* en las empresas los objetivos suelen ser siempre parecidos y orientados a la eliminación de despilfarros y el aumento de la productividad.

#### *Paso 2. Establecer tareas y responsabilidades.*

Una vez definidos los objetivos, hay que centrarse en ver que tareas deben llevarse a cabo al principio para alcanzar esas metas y quiénes son los responsables de supervisar o realizar las tareas. Las tareas a llevar a cabo al principio serán:

- Realizar análisis previo del almacén. Conseguir un estudio de tiempos y de rotación de inventario detallado.
- Seleccionar técnicas *Lean* que se quieren implantar. En este caso empezar por el principio, por las “5s”.
- Implementar las cinco eses en el almacén paso a paso.
- Evaluar mejoras de los cinco pilares.

La duración de la implantación del *lean manufacturing* viene especificada en la tabla 10. Como se observa, las primeras tres fases tienen una duración definida que puede variar según las dificultades encontradas. Por otro lado, la fase de estabilización y

estandarización no es fácil estimar el tiempo que conllevará la implantación de estas fases puesto que se trata de un proceso de mejora continua. En estas fases se deben tomar medidas de las mejoras con ayuda de indicadores mientras se estabilizan los nuevos procesos para después documentar todo el proceso de implantación.

FASES	DURACIÓN
FASE 1 Diagnóstico y formación	2 meses
FASE 2 Planificación	1 mes
FASE 3 Lanzamiento	4-5 meses
FASE 4 Estabilización	Mejora continua (1 año)
FASE 5 Estandarización	

Tabla 13: Duración de la implantación del *lean manufacturing*

### Paso 3. Dividir el lugar de trabajo en áreas.

Ahora solo queda separar el espacio en áreas más pequeñas relacionadas entre sí, bien sean agrupadas por procesos o por productos, para que el estudio sea más sencillo en cada área.

En nuestro caso de estudio, resulta difícil separar el almacén en áreas porque todo está junto físicamente y las operaciones están relacionadas. Es por esto que se decide no dividirlo puesto que esta se puede considerar un área en si misma dentro de la empresa.

### 5.2.3 Definición de indicadores.

“Lo que no se puede medir, no se puede mejorar”. Esta frase resume la importancia de los indicadores. Es necesario establecer ciertos indicadores que nos ayuden a controlar el proceso de implementación del *lean manufacturing*. A continuación se muestran posibles indicadores para el caso del almacén:

- Rotación del inventario
- Porcentaje de entregas de proveedores dentro del tiempo establecido
- Número de llamadas entre los departamentos de almacén y compras o fábrica.
- Cantidad de paletas acumulados pendientes de recepción
- Tarjetas rojas
- Control visual de la limpieza
- Tiempos de operaciones de recepción, serrado, expedición...

Estos indicadores no solo van a servir para ver la mejora del proceso sino que también pueden utilizarse para la evaluación de la situación actual.

#### **5.2.4 Selección área piloto.**

La selección de un área piloto en este caso resulta muy sencilla, puesto que solo hay un área. Se trabajará sobre todo el almacén y las técnicas se aplicarán a todo el conjunto.

### **5.3. FASE 3: LANZAMIENTO.**

#### **5.3.1 Redistribución en planta.**

Este primer paso no es siempre necesario. Si el objeto de estudio tiene una distribución en planta óptima, se debe pasar directamente al siguiente paso. En el caso del almacén sí es necesaria la realización de una nueva distribución en planta. Como se detalla en los capítulos siguientes, la operación de serrado tiene un recorrido excesivo de materiales por lo que es conveniente el análisis de la distribución actual.

Utilizando la metodología de SL, se ha detallado en el capítulo 4 como se realiza este análisis y se propone una nueva distribución que mejoraría la situación actual.

La necesidad o no de hacer una nueva distribución se da a conocer cuando se hace el estudio previo del almacén.

#### **5.3.2 Aplicación de técnicas *Lean*.**

En esta etapa se empiezan a aplicar a la práctica las técnicas *Lean*. En el caso del almacén se ha optado por utilizar la técnica de las 5s para implementarla en el almacén. Se ha optado por esta técnica porque serviría de base para que después se lleve a cabo el procedimiento de implantación de otras técnicas un poco más sofisticadas. Durante este proceso se suelen aplicar otras técnicas como el SMED que son también relativamente sencillas.

La aplicación de esta técnica será supervisada por el encargado y se deberá reunir con el equipo para comentar avances o dudas periódicamente. Esta aplicación se llevará a cabo en el área piloto, que en este caso es todo el almacén entero.

##### *Paso 1. Selección (Seiri).*

Para la implantación de la técnica de las 5s se empieza seleccionando y clasificando el material necesario y no necesario para deshacernos de todo el material que no se necesita. Para llevar esto a cabo, se va a utilizar la estrategia de las tarjetas rojas.

El método de las tarjetas rojas consiste en colocar unas tarjetas rojas en aquellos elementos que se quieren evaluar para ver si son necesarios o no. Estas tarjetas rojas siguen un procedimiento concreto:

### 1. Lanzamiento del proyecto de tarjetas rojas.

El primer paso es lanzamiento del proyecto. Se detecta la necesidad de seleccionar material o elementos que llevan mucho tiempo en el almacén y que hay que evaluar si son necesarios o no. Para ello hace falta:

- *Organizar un equipo*: El equipo encargado de asignar las tarjetas rojas estará formado por los empleados del almacén.
- *Organizar el suministro de las tarjetas*: El líder del proyecto será el encargado de suministrar las tarjetas. Las repartirá al inicio del proyecto una vez hayan establecido los criterios de asignación y diseñado las tarjetas.
- *Escoger un area de mantenimiento de las tarjetas rojas*: Se debe seleccionar un area dónde dejar los productos con tarjeta roja de manera que no molesten al desarrollo normal de las actividades del almacén. Para ello se ha escogido un rincón al lado del muelle de carga y descarga.
- *Organizar un horario o programa de asignación de las tarjetas*: Es necesario fijar un horario concreto para la asignación de las tarjetas rojas ya que durante el turno de trabajo los operarios están atareados con sus actividades laborales. Como el equipo es siempre el mismo, la asignación puede realizarse los viernes por la tarde que hay menos carga de trabajo en el final del horario de trabajo. No es necesario hacerlo cada viernes, sería conveniente hacerlo cada dos o tres semanas.

### 2. Identificación de los objetivos de las tarjetas rojas.

El siguiente paso es de mucha importancia. Aquí se definen los objetivos de las tarjetas rojas. El equipo de trabajo debe decidir que se persigue con la utilización de estas tarjetas. En este caso los objetivos o metas de estas tarjetas rojas son:

- Identificar elementos o materiales obsoletos.
- Optimización del espacio por eliminación de elementos o materiales que no se necesitan.

### 3. Establecer criterios para asignar las tarjetas rojas.

En este paso, se establecen criterios que los operarios deben seguir para asignar las tarjetas rojas a los productos. Existen diversos factores a tener en cuenta:

- *Utilidad del elemento:* Se le asignan tarjetas rojas a los elementos que no tienen ninguna utilidad.
- *Frecuencia con la que se necesita un elemento:* Se le deben asignar tarjetas rojas a aquellos elementos que pasen 2 meses sin utilizarse. Esto es aplicable a la materia prima ya que será un buen indicador del exceso de stock. No se debe aplicar este criterio al producto acabado que debe almacenarse como recambios por ley.
- *Localización del elemento:* Se debe asignar una tarjeta a los elementos que no estén en el sitio adecuado.
- *Estado del elemento:* Cuando un elemento se encuentre en mal estado, se le debe asignar una tarjeta roja con el objetivo de que el elemento sea tratado correctamente.

#### 4. Diseñar las tarjetas rojas.

El diseño de las tarjetas rojas es importante porque es necesario que las tarjetas contengan toda la información necesaria para poder documentar el proceso. Una tarjeta roja ha de incluir la siguiente información:

- *Identificación:* Cada tarjeta roja es única y por eso están numeradas para identificarlas.
- *Operario:* Incluye el nombre y código del operario que ha asignado la tarjeta roja.
- *Fecha:* Es la fecha del día que se asignó la tarjeta roja.
- *Categoría:* Indica el tipo del elemento. Incluye los elementos más habituales.
  - Materia prima
  - Productos semielaborados (tubos)
  - Producto acabado
  - Maquinaria y otros equipos
  - Otros
- *Nombre del elemento:* Incluye el nombre del elemento.
- *Descripción del elemento:* Describe aspectos como el tamaño, el peso, el color o la forma de los elementos a los que se les pegan las etiquetas.
- *Situación del elemento:* Incluye una breve descripción de dónde se encuentra el elemento.
- *Cantidad:* Indica la cantidad de elementos incluidos dentro de la misma tarjeta.
- *Motivo:* Indica el motivo por el que se adhiere una tarjeta roja a un elemento.
- *Evaluación:* Debe incluir un espacio para indicar el resultado de la evaluación.

Para la elaboración de las tarjetas rojas se utilizarán unas cartulinas rojas que se colocarán dentro de sobres transparentes que se pegarán al bulto que se debe actualizar. En la figura 23 se muestra un ejemplo de un posible diseño de la tarjeta roja.

#### 5. Pegar las tarjetas rojas a los elementos que lo requieran.

Pegar las etiquetas rojas es un proceso que no debe durar mucho, unos diez minutos como máximo. Para ello, los trabajadores del almacén se dividen el almacén secciones y cada miembro evaluará una sección. Durante esta etapa los operarios deben colocar las tarjetas a todos los elementos sobre los que exista alguna duda sobre su utilidad. Al colocar las tarjetas rojas se rellenará la información que incluyen las tarjetas rojas.

#### 6. Evaluar los elementos con tarjeta roja.

El proceso de evaluación de las tarjetas rojas no debe hacerse de forma inmediata, hay que dejar pasar algunos días antes de hacer la evaluación.

Un objeto con tarjeta roja pide que se respondan las siguientes tres preguntas sobre él:

- ¿Es necesario este elemento?
- Si es necesario, ¿lo es en esta cantidad?
- Si es necesario y en esta cantidad ¿es necesario que este en esta ubicación?

Este proceso puede durar cierto tiempo por lo que suele ser conveniente ejecutar la evaluación en dos sesiones de forma que cada sesión no se prolongue demasiado. Para ello, los trabajadores del almacén se reúnen y evalúan los elementos respondiendo las anteriores preguntas. Después de evaluar un elemento hay que decidir qué hacer con el mismo. En la figura 24 se muestra un esquema del proceso a seguir por los operarios.

#### 7. Documentar los resultados.

La documentación de los resultados será realizada por el líder del proceso *lean*, el encargado de métodos y tiempos. Una vez se hayan trasladado o eliminado los elementos con tarjeta roja se recuperarán las tarjetas rojas y se guardarán para que el proceso quede documentado. El departamento de sistemas puede crear un pequeño programa informático en el que se gestionen los resultados de las tarjetas rojas. Esta información resulta de alta utilidad, es por esto por lo que es tan importante documentar los resultados.

TARJETA ROJA		
Fecha:		Identificación:
Operario:		
Nombre elemento:		
Descripción:		
CATEGORÍA		
Accesorios o herramientas		
Materia prima		
Maquinaria y equipos		
Embalajes		
Producto terminado		
Producto semielaborado		
Otro (especifique)		
MOTIVO		
Defectuoso		
Frecuencia de uso		
Utilidad del elemento		
Localización		
Cantidad elemento		
Otro (especifique)		
Situación:		Cantidad:
Evaluación	Eliminar	Prestar
	Vender	Distribuir
	Devolver	Área de las tarjetas rojas

Figura 23: Ejemplo de diseño para las tarjetas rojas

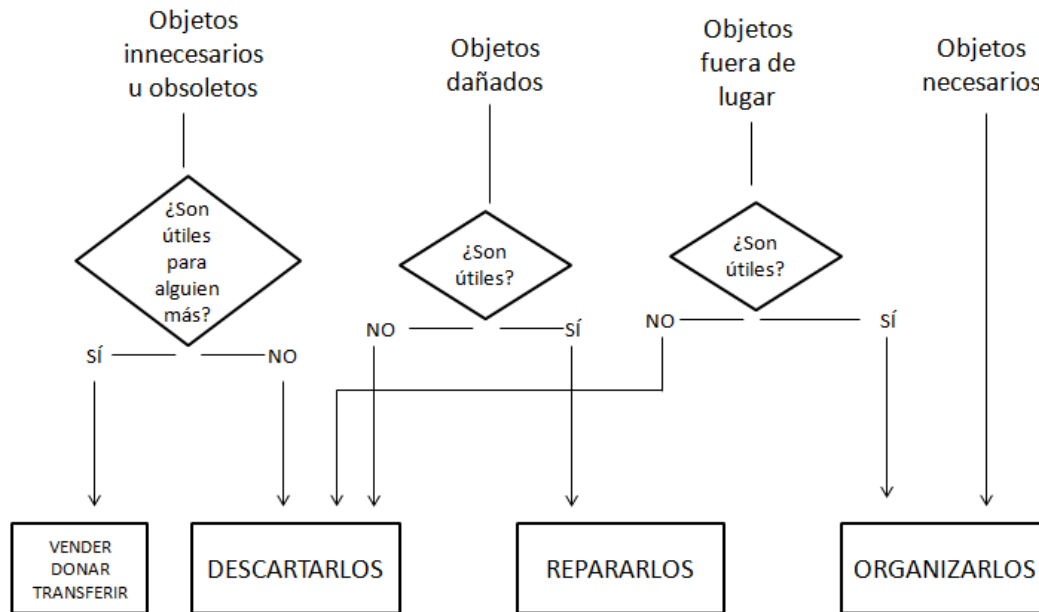


Figura 24: Evaluación de los elementos

## Paso 2. Ordenar (Seiton).

Una vez se han seleccionado los elementos que si son necesarios, es momento de implantar el orden con el fin de organizar correctamente los elementos del almacén.

La implantación del orden se lleva a cabo en dos pasos. En un primer paso se debe estudiar y decidir cuáles son las mejores localizaciones para los diferentes elementos atendiendo a varios principios:

- La manera más rápida de encontrar las cosas*
- Reducir al mínimo los movimientos de los materiales*
- Reducir espacios*
- Asegurarse que las localizaciones no creen riesgos o peligros en función de su ubicación y cercanía con otros elementos.*

En un segundo paso se aprende a cómo identificar las localizaciones y a cómo evitar que se pierda el orden implantado por medio de las estrategias que se han visto en el capítulo tres.

En el caso que nos ocupa, el almacén atiende a la distribución del plano 1. Las primeras tres propuestas que se hacen en el capítulo 4 van orientadas a la mejora de este pilar y, gracias a ello, se puede decir que el almacén mejora su organización. Con estas mejoras se reduce el tiempo de búsqueda de ubicaciones. Este podría ser un indicador muy claro de la efectividad de la implantación de este pilar.

Las instalaciones actuales muestran un buen orden del almacén aunque existen algunos pequeños cambios que podrían mejorar la productividad como, por ejemplo, ordenar los



productos según la rotación de los mismos. De esa forma se podría mejorar la localización de algunos elementos.

Esta mejora implicaría un estudio de la rotación de los productos de forma que los productos quedarían ordenados de mayor a menor rotación. Los productos de alta rotación, que son aquellos que entran y salen con más frecuencia, se colocarían en la parte delantera del almacén, más cerca del muelle y la zona de recepción.

Los de media rotación quedarían a mitad del almacén y los de baja rotación, que son aquellos que más tiempo pasarán almacenados estarían situados al fondo.

Esta mejora implica un buen número de operaciones para determinar el tipo de rotación de cada producto y ese estudio no es objeto de este proyecto.

La mayoría de elementos por no decir todos, tienen una ubicación clara y definida aunque muchas veces resulta inevitable tener que buscar ubicaciones adecuadas personalmente y no a través del sistema. Para facilitar el entendimiento y mejorar el orden se puede hacer el uso de las siguientes estrategias:

### **Estrategia de indicadores**

Aunque los trabajadores del almacén conocen a la perfección dónde se encuentran los distintos materiales y elementos dentro del almacén, es conveniente añadir cárteles que indiquen para que se utilizan los estantes.

En el almacén se pueden encontrar indicadores que distinguen las distintas zonas cómo, por ejemplo, la zona de devoluciones de proveedor o la zona de pendiente de recepción o el muelle. Sin embargo, en los estantes no hay indicado que se ubica en las distintas filas y por eso sería conveniente añadir esos carteles. También se podría añadir uno en la zona de las sierras.

La aplicación de esta estrategia tiene un coste mínimo de dinero y tiempo y los aunque no parezca que tenga algún beneficio, ayuda a que se mantenga el orden y es útil para cuando entra en el almacén alguien ajeno a el mismo.

### **Estrategia de pintura**

En el almacén ya existen muchas marcas de pintura que delimitan zonas y marcan los lugares de circulación. No es conveniente que se sature el suelo con muchas marcas por lo que la mejor solución es dejarlo como esta ya que todo está correctamente marcado.

### **Estrategia de contornos**

En el almacén son muy pocas las herramientas que utilizan los operarios por lo que la aplicación de esta estrategia tiene muy poco sentido.

## **Estrategia de codificación de colores**

Al igual que ocurre con la estrategia anterior, el uso prácticamente inexistente de herramientas hace que esta estrategia no tenga aplicación dentro del almacén.

En resumen, la organización actual del almacén es suficientemente buena y, aunque puede mejorar con algún ligero cambio, no requiere de grandes inversiones para la implementación de las cinco eses.

### *Paso 3. Limpieza (Seiso).*

La aplicación práctica de la limpieza se lleva mediante la implantación de un método de limpieza. Con este método se conseguirá determinar un conjunto de normas que se deberán seguir para una correcta limpieza y mantenimiento.

En el capítulo 3 se ha mencionado que beneficios comporta la aplicación de este pilar. A continuación se muestran los pasos a seguir para la implantación de la limpieza según el libro “Las cinco “S” Plus” de M. Lefcovich:

Tras el análisis del almacén, se puede decir que el nivel de limpieza es medio. La suciedad, el polvo acumulado es algo inevitable en un almacén pero aún así hay ciertos focos que pueden mejorar la situación como, por ejemplo, la zona de las sierras.

#### **1. Determinar las metas y los equipos que requieren limpieza.**

Lo primero que hay que definir es las zonas que se deben limpiar y que metas se quieren conseguir con la limpieza. En esta área, el almacén, las tareas de limpieza van destinadas a los siguientes focos:

- Limpieza general de pasillos y muelle.
- Limpieza de la zona de sierras.
- Limpieza de las cuchillas de las sierras.
- Limpieza de las oficinas.
- Limpieza de los vestuarios y baño.
- Limpieza etiquetas sobrantes.
- Limpieza zona de recepción.

Estas son los principales focos de suciedad del almacén. Actualmente, hay unos turnos de limpieza definidos en los cuales se establece la limpieza de las oficinas y de los vestuarios y también la limpieza general de pasillos y muelle.

## 2. Designar responsables de limpieza.

En esta área encontramos a 3 trabajadores más el operario de las sierras que acude al almacén solo cuando es necesario:

- Encargado del almacén: Es el jefe del almacén y el encargado de comunicarse con la planta. Tiene mayor responsabilidad que el resto.
- Ayudante: Esta justo por debajo del encargado. Su trabajo se basa en la realización de tareas junto con el encargado en la gestión de las recepciones y los envíos. También puede manejar las carretillas si es necesario.
- Mozo de almacén: Maneja la carretilla y su principal función es cargar y descargar los camiones. También se encarga de hacer los viajes con el camión desde el almacén a la planta.
- Operario de la sierra: Su única función es llevar a cabo la tarea de las sierras, cortar los tubos y guardarlos en las cajas destinadas a ello.

Es necesario mencionar que la limpieza general de pasillos y muelle la realiza un operario de la planta una vez a la semana.

Así pues, las tareas deben repartirse entre todos estos operarios. En la tabla 11 se muestra una repartición de las tareas y las asignaciones.

Tarea de limpieza	Jefe del almacén	Ayudante	Operario de planta	Mozo de almacén	Operario sierras	Frecuencia
Limpieza general de pasillos y muelle			X			B
Limpieza de la zona de sierras					X	A
Limpieza de las cuchillas de las sierras					X	A
Limpieza de las oficinas		X				B
Limpieza de los vestuarios y baño				X		B
Limpieza de etiquetas sobrantes		X				A
Limpieza de la zona de recepción	X					C

Tabla 14: Programa de limpieza

Símbolo	Descripción
A	Al terminar el turno
B	Una vez a la semana
C	Después de cada tarea

Tabla 15: Frecuencias de limpieza

### **3. Determinar los métodos de limpieza.**

Los métodos de limpieza son diferentes según el tipo de actividad de limpieza que se realiza. Algunos van destinados a la eliminación de suciedad en general y otras a la eliminación de ciertos focos de suciedad. Estas actividades deben darse en un breve espacio de tiempo y de manera eficiente.

- *Limpieza general del pasillo y muelle:* Es una tarea costosa pues el almacén es muy grande. Por ello, una vez a la semana el operario de planta encargado va al almacén con una fregadora-aspiradora y pasa por todos los pasillos y el muelle intentando molestar lo menos posible en el resto de tareas. Dura aproximadamente una hora y media.
- *Limpieza de la zona de sierras y las cuchillas:* Esta suciedad se debe limpiar con una escoba y recogedor para limpiar los restos del corte. Se utilizará un cepillo para limpiar las cuchillas. Es una tarea rápida que se puede realizar al acabar el turno.
- *Limpieza de los vestuarios y las oficinas:* Esta limpieza consiste básicamente en barrer las zonas para evitar que se acumule el polvo.
- *Limpieza de etiquetas y zona de recepción:* Estas tareas consisten en la eliminación de residuos propios de la gestión de un almacén. Se deben eliminar las etiquetas sobrantes y los plásticos y cartones que quedan como residuo de los embalajes.

Es importante concienciar a los empleados de la importancia de las tareas de limpieza y conseguir que estos vean estas actividades como algo muy importante.

### **4. Preparar las herramientas y elementos necesarios para la limpieza.**

En este paso se debe determinar dónde colocar los elementos de limpieza. Las herramientas que se necesitan se han descrito en el apartado anterior. La ubicación de los elementos es la siguiente:

- Escoba, recogedor y elementos para la limpieza del baño: Su puesto es en los vestuarios, justo al lado de los baños.
- Dos cubos de basura: uno se sitúa al lado de la zona de recepción y las oficinas. El otro está cerca del muelle para los residuos propios de embalajes como el caso de la zona de recepción.
- Zona de sierras: Al lado de la máquina se ubican el cepillo y un cubo de basura.
- Fregadora-aspiradora: Viene de la planta con el camión una vez a la semana y cuando acaba vuelve a planta otra vez.

## 5. Ejecutar limpieza.

El último paso es llevar todo lo comentado a la práctica. Los operarios deben seguir los turnos de limpieza de la tabla 11.

Una vez se hayan conseguido integrar las tareas de limpieza en las actividades cotidianas se pueden integrar tareas de inspección. Estas tareas deben llevarse a cabo por los operarios encargados de limpiar cada zona.

Tareas de inspección	Encargados
Estado de los pasillos	Todos los trabajadores
Estado de las cuchillas de las sierras	Operario de sierras
Control visual de que no haya elementos fuera de su sitio	Todos los trabajadores

Tabla 16: Tareas de inspección

### *Paso 4. Estandarizar (Seiketsu).*

Una vez se ha conseguido establecer las bases anteriores, ahora se debe proceder a estandarizar los procesos anteriores. En este pilar se busca que una vez alcanzado el nivel de los pasos anteriores se vuelva al estado anterior a la implantación de las cinco eses.

Para la aplicación práctica de la estandarización, se pueden utilizar diferentes herramientas como la utilización de muestras patrones o plantillas o la elaboración de instrucciones y procedimientos que los operarios deben seguir. Otra herramienta que hay que tener en consideración son las tablas de estándares o de revisiones. Estas tablas sirven para chequear el nivel de mantenimiento de los tres pilares anteriores.

Como se ha visto en capítulos anteriores los pasos que se siguen en la implantación de la estandarización son:

1. *Asignar responsabilidades sobre las 3 primeras eses. Los operarios deben saber que procedimiento es el mejor en cada caso.*

Las responsabilidades recaen sobre los mismos operarios que están encargados de realizar las tareas. Ya se ha explicado anteriormente quien debe realizar cada tarea. Cada miembro del área debe conocer sus responsabilidades y se debe asignar a las personas tareas claras relacionadas con la organización, el orden y la limpieza.

Por ejemplo, el operario de la sierra tiene la responsabilidad de limpiar su puesto de trabajo al terminar el turno.

*2. Integrar los principios de las 5s, en especial de las tres anteriores, al trabajo regular.*

Los trabajos de los cinco pilares deben ser parte natural de los trabajos de cada día. Una herramienta que puede ayudar a esto son las 5S Visuales.

Las 5S Visuales consisten en hacer obvio de una simple ojeada las condiciones de las cinco “S”. Esta herramienta se basa en comparar la situación actual con la que sería ideal para localizar anomalías que se observen a simple vista. Imágenes o instrucciones pueden servir para comparar la situación correcta de la incorrecta o anormal.

*3. Verificar y evaluar el nivel de calidad del mantenimiento de los tres primeros pilares.*

Para evaluar el nivel de implantación de los cinco pilares se puede utilizar una herramienta conocida como tabla de estándar. Esta herramienta de aplicación general consiste en la evaluación de distintos puntos o procesos de un área. Estos puntos se valoran del 1 al 5 siendo el 1 situación muy mala y el 5 situación muy buena.

Con esta tabla se pueden analizar puntos de los cinco pilares, no sólo de los tres primeros como se muestra en el ejemplo que se puede utilizar en nuestro caso en la figura 25.

Los encargados de realizar estas evaluaciones son miembros del grupo de trabajo. En este caso el líder será el encargado de realizar estas inspecciones y podrá ir acompañado del encargado del almacén para resolver dudas si algún apartado no tiene claro.

Esta lista puede ir actualizándose con el paso del tiempo si es necesario. No conviene que la lista tenga muchos puntos ya que esta revisión debe realizarse de forma rápida, no más de 10 minutos.

El chequeo y la revisión de estos puntos es imprescindible para evitar retrocesos en las condiciones alcanzadas con los 3 primeros puntos.

TABLA DE ESTÁNDAR		Área:	
		Fecha:	
		Realizador:	
SELECCIÓN		Valoración	
1	Se identifican a simple vista elementos innecesarios	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
2	Acumulación excesiva de elementos necesarios	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
3	Elementos en mal estado	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
4	Se identifican buenos espacios libres	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
	TOTAL Selección	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
ORDEN			
5	Herramientas y elementos en el sitio adecuado	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
6	Localizaciones bien señalizadas	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
7	Ambiente ordenado	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
	TOTAL Orden	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
LIMPIEZA			
8	Máquinas y ambiente limpios	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
9	No se observan focos de suciedad	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
10	Herramientas de limpieza en el sitio y en buen estado	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
	TOTAL Limpieza	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
ESTANDARIZACIÓN			
11	Operarios conocen y cumplen las tareas de las cinco "S"	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
12	Se siguen estándares para aplicación de los pilares	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
13	Se han adaptado medidas de prevención	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
	TOTAL Estandarización	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
DISCIPLINA			
14	Se observan medidas de promoción de los cinco pilares	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
15	Durante el último mes se han presentado sugerencias	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
16	Los trabajadores aprecian el apoyo de las cinco "S"	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
	TOTAL Disciplina	1 - 2 - 3 - 4 - 5	
	TOTAL	1 - 2 - 3 - 4 - 5	

Figura 25: Tabla de estándar

### Paso 5. Disciplina (Shitsuke).

Este es el pilar más importante de todos. Las actividades de las cinco “S” es imposible que se desarrollen completamente si no existe una buena disciplina. Es muy importante que los trabajadores asuman sus tareas y responsabilidades con los cinco pilares como una parte esencial y obligada de sus tareas regulares.

Entre las distintas herramientas que se pueden encontrar para mejorar la disciplina se encuentran:

- **Formación continúa.** La formación continua de los trabajadores desde el principio del proceso de implantación es vital para que se cree consciencia de la importancia de seguir los procedimientos que establecen las cinco “S”. El plan de formación se debe seguir antes, durante y una vez terminado el proceso de implantación de los cinco pilares. Es importante que sea promovido por los altos cargos.
- **Uso de eslóganes y posters.** Con el uso de estos elementos visuales se pueden promover los buenos hábitos implantados por esta técnica y recordar la importancia de estos a los trabajadores.
- **Sistema de sugerencias.** Esta actividad es esencial para promover la participación de los trabajadores. Los pasos para implantar esta herramienta son:

➤ *Determinar los objetivos del sistema de sugerencias.*

Los objetivos de esta aplicación son, entre otros, promover la participación de los empleados, mejorar el estado de ánimo y el ambiente de trabajo, mejorar las condiciones de trabajo y la calidad del producto y ahorrar en tiempo y dinero.

Todas las sugerencias cuya finalidad suponga un acercamiento a estos objetivos deben ser tenidos en cuenta.

➤ *Seleccionar el equipo evaluador*

El equipo evaluador es el encargado de valorar y evaluar las sugerencias de los trabajadores. En este caso está formado por:

- Líder de la implantación lean
- Jefe del almacén

El líder será la persona con mayor responsabilidad y, si las sugerencias involucran algún departamento diferente del almacén, el jefe del departamento puede estar presente en la evaluación de sugerencias. Esta evaluación se realizará una vez al mes al principio y según la cantidad de sugerencias se realizará con una frecuencia mayor o menor.

➤ *Definición del sistema de sugerencias*

Las sugerencias se deben colocar en unas urnas preparadas para este propósito. Las sugerencias deben enfocarse hacia medidas relativamente simples pero que supongan beneficios para los trabajadores.

En la figura 26 se puede ver un ejemplo de la forma que pueden tener las sugerencias.



SUGERENCIA	
Identificación:	
Operario:	
Fecha:	
Área:	
Descripción de la sugerencia:	
Firma:	

Figura 26: Ejemplo de aspecto de sugerencias

Las sugerencias deben identificarse para que puedan documentarse. Es importante incluir las firmas para que no puedan ser falsificadas.

➤ *Valoración de las sugerencias*

Las sugerencias las valoran las personas que antes se han definido. Cada sugerencia debe valorarse según los criterios de:

- Tiempo a dedicar en la ejecución de la sugerencia
- Coste de la aplicación de la sugerencia
- Beneficios para la empresa y los empleados

Tras el análisis, se debe redactar un informe con las medidas adoptadas si las ha habido. Después, hay que comunicar por escrito si las sugerencias se han aceptado o no y si se ha aceptado alguna, comunicar también las medidas que se tomarán.

➤ *Documentación de las sugerencias*

Finalmente se deben documentar las sugerencias adecuadamente para que quede constancia de las mismas. Esta tarea la llevará a cabo el líder.

Los sistemas de sugerencias son imprescindibles en cualquier proyecto de implantación de la mejora continua. Promueve la participación de los trabajadores y está enfocado al análisis continuo de todos los procesos que se suceden en el área de estudio, el almacén en este caso.

## **5.4. FASE 4: ESTABILIZACIÓN DE MEJORAS.**

En esta fase, el objetivo principal es conseguir que las mejoras se estabilicen y no volvamos a los estados anteriores. Los siguientes dos pasos son muy parecidos a los pilares de estandarización y disciplina de la técnica de las cinco “S”.

Una herramienta muy útil llegados a este punto es desplegar acciones TPM (Mantenimiento Productivo Total). El mantenimiento productivo total consiste en una serie de técnicas orientadas a eliminar averías. El TPM promueve la concienciación sobre el equipo y el auto mantenimiento.

En el caso del almacén, el TPM sólo tiene sentido de aplicación en las sierras ya que son las únicas máquinas presentes. También se puede utilizar con las carretillas. El objetivo es la inspección visual de las máquinas para detectar problemas antes de que aparezcan.

Otra herramienta que hay que destacar es el control visual. Algunos ejemplos que incluye el control visual son:

### **Control visual de espacios y equipos**

- Identificación de equipos
- Identificación de actividades
- Limpieza
- Marcas sobre el suelo
- Marcas sobre técnicas y estándares

### **Documentación visual en el puesto de trabajo**

- Hojas de instrucciones, estudios de tiempos, planificación del trabajo
- Inspección (tablas de estándares)
- Especificaciones del producto
- Instrucciones de operaciones y mantenimiento

Toda esta documentación debe ser visual y de fácil comprensión para que todos, con una simple ojeada, puedan saber cómo funcionan las cosas y si algo no está correcto.

Gracias a la implantación del control visual y una buena disciplina por parte de la dirección se puede conseguir que se estabilicen las mejoras conseguidas y no se retroceda.

## **5.5. FASE 5: ESTANDARIZACIÓN**

La última fase de todas es la estandarización. Esta fase es muy parecida al pilar 4 de la técnica de las cinco “S”. Las herramientas que se utilizan para la aplicación práctica de esta fase son las mismas que en el pilar 4. La tabla de estándares y la elaboración de

estándares de trabajo así como de instrucciones sirven para conseguir que se estabilicen y se estandaricen los nuevos métodos de trabajo desarrollados.

En el caso de estudio, con la implantación de los cinco pilares, ya se ha llevado a cabo la estandarización en la fase de lanzamiento ya que son muy parecidas. Esta fase y las herramientas que se utilizan en la misma, como la tabla de estándares, no son necesarias elaborarla otra vez porque ya se han descrito anteriormente. Sin embargo, en proyectos futuros, cuando se intenten implantar otras técnicas distintas a las cinco “S” esta fase será muy importante y habrá que redactar instrucciones y listas de chequeo nuevas para estandarizar las nuevas técnicas.

## **5.6. FASE 6: CONSOLIDACIÓN DEL PROCESO DE MEJORA CONTINUA**

En el capítulo 3 se ha visto que la fase 6 correspondía a la fabricación en flujo o *just in time* pero en este caso el desarrollo de esta técnica aún queda muy lejos. Antes de eso hay que implantar otras técnicas más básicas.

Por tanto, a partir de aquí lo que se debe realizar es un esfuerzo para seguir mejorando. Analizar los el estado que se alcanzado y intentar mejorarlo utilizando técnicas como el TPM, las seis sigma o los *poka-yoke*.

Es importante que los empleados hayan conseguido en este punto interiorizar la filosofía lean para que entiendan que deben seguir mejorando. Esta filosofía debe seguir siendo impulsada por los directivos de la empresa por lo que queda claro que la formación después de la implantación sigue siendo necesaria.

Los siguientes pasos a seguir son repetir las fases de implantación pero para técnicas más elaboradas. Con la base de las cinco eses puede resultar más fácil implantar nuevas técnicas como el TPM, el SMED o algunas técnicas de calidad como las seis sigma o los planes de cero defectos.



## CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE ACCIÓN FUTURAS

### 1. CONCLUSIONES

Para la realización del proyecto, se ha estudiado el almacén y los procesos que hay en el mismo y han quedado al descubierto ciertos aspectos que son susceptibles de mejorar. Con el objetivo de mejorar la organización y la productividad de este almacén se han realizado ciertas propuestas de aplicación inmediata y se ha elaborado un plan de implantación de una técnica de mejora continua a través de la metodología *lean manufacturing*.

Todas estas propuestas y la metodología son cambios de baja inversión económica gracias a las cuales se puede conseguir una mejor gestión del almacén y de esa forma reducir desperdicios.

Tras la realización del proyecto queda patente que se puede mejorar la organización de este almacén mediante cambios o mejoras que no suponen una alta inversión para la empresa.

Las distintas propuestas de aplicación inmediata son de fácil aplicación y están estrechamente relacionadas con la mejora de la organización que también proponen las técnicas de mejora continua. Además, la inversión que representa es mínima cuando se tiene en cuenta la repercusión de las mismas en cuanto a ahorro de tiempo para la realización de operaciones.

Las mejoras resultan económicamente viables y además existen unos beneficios que no son cuantificables. Hay ciertas mejoras intangibles que no se pueden cuantificar como por ejemplo, la reducción de riesgos al trabajar en un ambiente más limpio o al reducir los movimientos de carretillas.

Para la implantación de una técnica de mejora continua se ha optado por la adaptación de técnicas y herramientas existentes correspondientes a la metodología *lean manufacturing*. Este proceso ha consistido básicamente en la adaptación de la técnica de las cinco eses al almacén. Esta técnica de baja inversión consigue mejorar la organización del almacén y mejorar el ambiente de trabajo. Un mejor ambiente de trabajo conlleva que se trabaje mejor, aumente la calidad y consigue que los trabajadores se involucren más.

Cabe destacar que la simplicidad y el bajo coste de las cinco eses, hacen que sea un técnica perfecta para iniciar el desarrollo de la filosofía de trabajo de la mejora continua.

Un aspecto importante que se puede extraer de este estudio es la importancia de una buena gestión del almacén para evitar pérdidas de cualquier tipo. Los almacenes suelen pasar por alto porque no forman parte del proceso productivo pero lo cierto es que son un elemento muy a tener en cuenta porque una buena gestión es capaz de ahorrar mucho en tiempo y en costes. En esta misma línea, es necesario destacar la importancia de un adecuado sistema de almacenaje porque puede significar un ahorro importante de tiempos y costes.

La elaboración del presente proyecto también ha puesto de manifiesto la importancia de tener una buena comunicación interna entre las secciones y los departamentos porque muchas veces se desconoce el estado de los mismos.

Por último, también destaca la necesidad de que se realicen evaluaciones periódicas y la utilidad de la mejora continua. Estas pequeñas mejoras pueden aportar grandes beneficios a través de mejorar el ambiente de trabajo y el lugar de trabajo, lo que se traduce en una mayor productividad.

## 2. LINEAS DE ACCIÓN FUTURAS

El presente proyecto cumple con los objetivos marcados inicialmente, dejando el camino abierto a varias líneas de acción. Las distintas líneas de acción que se muestran a continuación son solo sugerencias que surgen a raíz de la elaboración del proyecto.

- *Continuar con los procesos de mejora continua.*

El *lean manufacturing* es una metodología que tiene el objetivo de implantar un modelo de mejora continua. En este proyecto se ha abordado la técnica de las cinco eses pero este es tan solo el primer paso hacia el objetivo de la Mejora Continua. Para alcanzar este objetivo hay que implementar nuevas técnicas y principios como los mencionados durante el proyecto. Implementar *poka-yoke*, SMED, TPM... Hasta conseguir aumentar la productividad y mejorar el ambiente de trabajo.

- *Automatizar procesos.*

En el desarrollo de este proyecto se han tratado mejoras de aplicación inmediata de bajo y medio coste. Sin embargo, con el objetivo de reducir los tiempos de operación se puede tratar de automatizar ciertos procesos. Estos cambios conllevarían un desembolso de capital más fuerte y habría que evaluar los riesgos de esta inversión. Una posibilidad es la de utilizar estantes de paletización dinámica.

- *Reducir nivel de stock.*

Tras el desarrollo del proyecto, estudiando el funcionamiento del almacén, se ha observado que el nivel de stock de algunos productos es excesivo puesto que pueden llegar a almacenar stock suficiente para seis meses de trabajo. Una reducción del nivel de stock conseguiría una menor carga de trabajo y un mayor espacio de almacenamiento disponible.

- *Trasladar el almacén a la propia planta.*

Lógicamente, uno de los mayores problemas de este almacén es que no está situado en la planta, sino que esta a una distancia considerable y se necesita un camión para mover material entre el almacén y la planta. Sería conveniente estudiar la posibilidad de hacer una nueva distribución de la planta de fabricación para intentar trasladar el almacén. En planta hay espacio que no está siendo utilizado así que una nueva distribución, una reducción de stock y la utilización de sistemas de compactación puede hacer que esta operación sea posible.





# ANEXOS



## ANEXO 1: TABLA RELACIONAL DE ACTIVIDADES.

	ZONA PENDIENTE RECEPCION	ZONA DEVOLUCIONES	MUELLE	ALMACEN PRODUCTO ACABADO	ALMACEN TUBOS CORTADOS	SIERRAS	ALMACEN TUBOS 3m	ZONA DEVOLUCIONES PROVEEDOR	ALMACEN ROLLOS	PROTOTIPOS	VESTUARIOS/WC	OFICINAS	BASCULA	ALMACEN PLANCHAS	ENFARDADORA	FLEJADORA	COMPRESOR
ZONA PENDIENTE RECEPCION		U	I	O	O	O	O	U	O	U	U	E	U	O	U	U	U
ZONA DEVOLUCIONES			I	U	O	U	O	U	O	U	U	E	A	O	U	U	U
MUELLE				E	U	X	U	U	U	U	U	U	U	U	O	O	U
ALMACEN PRODUCTO ACABADO					U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
ALMACEN TUBOS CORTADOS						U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
SIERRAS							A	U	U	U	U	X	U	U	U	U	U
ALMACEN TUBOS 3m								U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
ZONA DEVOLUCIONES PROVEEDOR									U	U	U	O	U	U	U	U	U
ALMACEN ROLLOS										U	U	U	U	U	U	U	U
PROTOTIPOS											U	U	U	U	U	U	U
VESTUARIOS/WC												O	U	U	U	U	U
OFICINAS													U	U	U	U	U
BÁSCULA														U	U	U	U
ALMACEN PLANCHAS															U	U	U
ENFARDADORA																U	U
FLEJADORA																	A
COMPRESOR																	



## ANEXO 2. MODELIZACIÓN DE PROCESOS CON IDEF0.

### TÉCNICA DE MODELADO IDEF0.

Para facilitar la comprensión de los procesos que se dan lugar en una empresa, se puede utilizar el modelo IDEF0. Un modelo IDEF0 describe lo que hace el sistema (proceso), aquello que controla su funcionamiento (controles), las cosas sobre las que actúa (entradas), los medios que utiliza (mecanismos) y lo que produce (salidas).

La herramienta IDEF0 se podría definir como un método diseñado para modelar decisiones, acciones y actividades de un sistema. Esta herramienta presenta las siguientes posibilidades:

- Estudiar el funcionamiento de un proceso
- Visualizar las relaciones existentes entre las actividades
- Detectar posibles puntos de mejora
- Documentar el proceso, facilitando la gestión de la información

En los diagramas IDEF0 todas las funciones y relaciones se representan mediante cajas (funciones) y flechas (datos u objetos). El lugar por donde entra o sale una flecha respecto de la caja, indica el tipo de flecha que es.

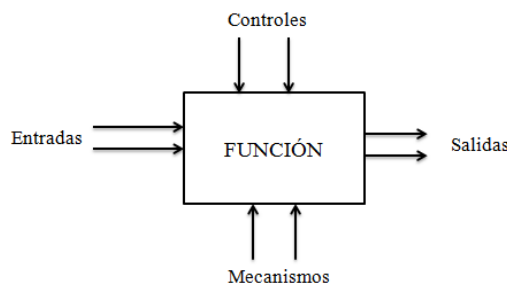


Figura 27: Caja y flechas de IDEF0

Existen cuatro tipos de flecha:

- *Controles*. Se encargan de gobernar y regula la operación o función, entran por la parte superior.
- *Entradas*. Son datos u objetos que se transforman en la operación, entran por la izquierda de la caja.
- *Salidas*. Las salidas son el resultado de la transformación de las entradas, salen por la derecha.
- *Mecanismos*. Los mecanismos son los medios empleados en la operación, entran por la parte inferior de la caja.

La principal característica de los diagramas IDEF0 es que gradualmente introducen un mayor nivel de detalle a lo largo de la estructura de diagramas que constituyen el modelo.

Cada caja se descompone en otras estructuras que son denominadas hijos. Estas cajas representan las subfunciones dentro de la función original, llamada padre. De este modo se puede descomponer en tantos niveles como se desee.

Las actividades se numeran siguiendo la jerarquía de los diagramas. Así, la actividad A0, se descompone en las actividades A1, A2 y A3. A su vez, la actividad A1 se descompone en las actividades A11, A12 y A13 y así sucesivamente.

USED AT:

AUTHOR: Rafael Fuentes Claramonte  
PROJECT: Implantación de mejoras de la productividad  
NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

DATE: 05/04/17  
REV:

x

WORKING

READER

DATE

CONTEXT:

Top

DRAFT

RECOMMENDED

PUBLICATION

NODE: A-0

TITLE: Entradas al almacén

NUMBER: P. 1

USED AT:

AUTHOR: Rafael Fuentes Claramonte  
PROJECT: Implantación de mejoras de la productividad  
NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

DATE: 04/04/17  
REV:

x

WORKING

READER

DATE

CONTEXT:

DRAFT

RECOMMENDED

PUBLICATION

NODE:

TITLE:

NUMBER: P. 2





## BIBLIOGRAFÍA.

- 1.- EOI, Escuela de Organización Industrial (2013). *Lean manufacturing: Conceptos, técnica e implantación*. Madrid.
- 2.- M. Lefcovich (2008). *Las 5s y la producción en la fábrica visual*. GestioPolis.
- 3.- R. Chang (1996). *Mejora continua de procesos*. Ediciones Gránica.
- 4.- Norma IDEF
- 5.- Profesores del área de Ingeniería de Organización (2016). *Manteniment y operació de Sistemes de Fabricació*. Apuntes de asignatura.
- 6.- Imai, Masaaki (1998). *Cómo implementar el Kaizen en el sitio de trabajo*. Santafé de Bogota, D.C., Colombia: McGraw-Hill Interamericana.
- 7.- M. Franch (2002). *Implantación de un proceso de mejora continua basado en la metodología de los cinco pilares en una empresa dedicada a la fabricación de envases de cartón*. Proyecto Final de Carrera. Director: Julio Serrano Mira.



# PLIEGO DE CONDICIONES

---



## ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

1. GENERALIDADES.....	5
1.1. OBJETO Y LUGAR DE EMPLAZAMIENTO. ....	5
1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES OBJETO DE ESTE PLIEGO..	5
1.3. OTRAS ACCESORIAS NO ESPECIFICADAS EN ESTE PLIEGO. ....	5
1.4. PERSONAL.....	6
1.5. DISPOSICIONES LEGALES Y DE CARÁCTER TÉCNICO. ....	6
1.6. DATOS DE PARTIDA. ....	6
2. DESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS QUE COMPOEN LA INSTALACIÓN. ....	7
2.1. MATERIALES EMPLEADOS EN LA INSTALACIÓN.....	7
2.2. ESTANTES. ....	7
2.3. ELEMENTOS DE CONTROL, PROTECCION Y SEGURIDAD. ....	7
3. NORMAS PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS. ....	7
3.1. CONFIDENCIALIDAD. ....	7
3.2. NORMAS. ....	8
4. DISPOSICIONES FINALES.....	8
4.1. ELEMENTOS AUXILIARES.....	8
4.2. MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	8
4.3. PLAZO DE EJECUCIÓN. ....	8



## **1. GENERALIDADES.**

El presente Pliego de Condiciones tiene por objetivo fijar las condiciones de aplicación de las propuestas de mejora y de implantación de las mismas.

En este punto se señalan los criterios generales que serán de aplicación y se describen las consideraciones a emplear para la realización del proyecto.

### **1.1. OBJETO Y LUGAR DE EMPLAZAMIENTO.**

Las acciones y requisitos de este proyecto son todas las necesarias y suficientes para la ejecución del proceso de implantación de un proceso de mejora continua y de las propuestas de aplicación inmediata hasta su completa terminación, con estricta sujeción a las condiciones que se indican a continuación y a las órdenes que para cada caso en particular dicte el Director Técnico de las mismas.

Las obras e instalaciones a las que se refiere este proyecto quedarán emplazadas en el almacén de la empresa Radiadores Ordoñez S.A. localizado en el polígono industrial Ciudad del Transporte en Castellón.

### **1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES OBJETO DE ESTE PLIEGO.**

La puesta en marcha de las propuestas consta, como carácter general, en la metodología y disposición de las instalaciones del almacén, montaje de las instalaciones, suministro de los equipos necesarios y su puesta a punto correspondiente.

### **1.3. OTRAS ACCESORIAS NO ESPECIFICADAS EN ESTE PLIEGO.**

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obras, instalaciones o modificaciones en cualquiera de las distintas propuestas que no se encuentre en este Pliego de Condiciones, el adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba del director de obra o responsable.

El director de obra o responsable tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales le serán expuestos para su aprobación, de forma que a su juicio las obras o instalaciones que resulten defectuosas deberán ser demolidas

o desmontadas en su totalidad o en parte, sin que ello de derecho a ningún tipo de reclamación por parte del adjudicatario.

#### **1.4. PERSONAL.**

La ejecución del proyecto se ha de realizar *in situ* y por personal familiarizado con la empresa. Por tanto, la ejecución de los trabajos se llevará a cabo por personal de la empresa. Si fuese necesario contratar servicios externos a la empresa, se deberán poner en conocimiento del director técnico para que pueda tomar las decisiones oportunas.

El proyecto debe ser dirigido por una persona con conocimientos de ingeniería y de análisis y cronometraje de operaciones.

#### **1.5. DISPOSICIONES LEGALES Y DE CARÁCTER TÉCNICO.**

La empresa, y en particular el encargado de los trabajos, deberán adaptar su instalación a las normas, especificaciones y reglamentos que afecten a la misma y en particular a las siguientes:

- Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo

#### **1.6. DATOS DE PARTIDA.**

Para el desarrollo del proyecto, el encargado partirá de los datos señalados en el presente, tanto en su memoria como en los anexos, planos y presupuesto. Cualquier cambio que signifique un planteamiento diferente del relacionado en el mencionado proyecto deberá ponerse en conocimiento y ser aprobado por la dirección técnica.



## **2. DESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN.**

### **2.1. MATERIALES EMPLEADOS EN LA INSTALACIÓN.**

Los materiales empleados en las instalaciones de los elementos especificados, deberán ser resistentes a la acción de las materias con las que entren en contacto, de forma que no puedan deteriorarse, se tendrá en cuenta su resistencia y rigidez.

Deberán ser nuevos o presentar una buena calidad, y se ajustarán a las especificaciones que para los mismos hayan sido requeridos por las normas y disposiciones oficiales y por el presente Pliego de Condiciones.

### **2.2. ESTANTES.**

Los estantes deberán ser instalados por servicios externos a la propia empresa y deberán cumplir con las especificaciones de la norma EN 15512 según el tipo de estantes que se traten.

La empresa adjudicataria asume la responsabilidad del correcto montaje y dimensionamiento de los estantes y, en general, del funcionamiento de la instalación.

### **2.3. ELEMENTOS DE CONTROL, PROTECCION Y SEGURIDAD.**

Se dispondrán los elementos de seguridad necesarios para una perfecta utilización y conservación de las instalaciones y de acuerdo con las prescripciones del Reglamento de Seguridad e Higiene en el trabajo.

## **3. NORMAS PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.**

### **3.1. CONFIDENCIALIDAD.**

Toda la información recopilada y las conclusiones obtenidas del proceso de instalación de las propuestas especificadas así como del proceso de implantación de mejora

continúa han de ser guardados y no divulgados, por tratarse de información confidencial.

### **3.2. NORMAS.**

Las pertinentes instalaciones deberán hacerse de forma que su funcionamiento quede exento de accidentes y con un mínimo de gastos de mantenimiento.

Todos los elementos deberán ser montados de manera correcta y de forma que resulten accesibles para su revisión o mantenimiento.

Con anterioridad a la puesta en marcha se procederá a comprobar instalaciones y elementos que sean necesarios para un correcto funcionamiento.

Los materiales suministrados por la empresa adjudicataria de los estantes serán nuevos y de buena calidad y deberán ajustarse a las especificaciones que para los mismos hayan sido requeridos por las normas y disposiciones oficiales y por el presente Pliego de Condiciones.

## **4. DISPOSICIONES FINALES.**

### **4.1. ELEMENTOS AUXILIARES.**

La empresa deberá proveerse por su cuenta de cuántos medios auxiliares necesite para la ejecución de los trabajos, tanto materiales como personal.

### **4.2. MEDIDAS DE SEGURIDAD.**

Los encargados de los trabajos quedan obligados a señalar las instalaciones, utilizando las señales correspondientes y comunicándolo a todo el personal de la sección, tomando las medidas adecuadas para evitar accidentes.

### **4.3. PLAZO DE EJECUCIÓN.**

El plazo de ejecución de las instalaciones y de las acciones pertinentes al presente proyecto, se establece en un mes contado a partir de la realización y comprobación del mismo proyecto.

# **PRESUPUESTO**

---



## ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

DESGLOSE DEL PRESUPUESTO. ....	5
Coste de la elaboración del proyecto.....	6
Propuesta 1. Compra e instalación de estantes de la empresa MECALUX para solucionar los problemas de los rollos.....	6
Propuesta 2. Reducción y reagrupación de los estantes de hierro y cobre y sustitución de los estantes necesarios. ....	6
Propuesta 3. Redistribución en planta para mejorar ubicación de los tubos y las sierras. ....	7
Propuesta 4. Mejora de los procesos de recepción y ubicación. ....	7
Propuesta 5. Radiofrecuencia para agilizar la lectura de etiquetas. ....	8
Propuesta 6. Implantación de un sistema de gestión de almacenes (SGA). ....	8
Presupuesto de la implementación de la metodología <i>lean manufacturing</i> . ....	9
PRESUPUESTO GLOBAL DEL PROYECTO. ....	13



## DESGLOSE DEL PRESUPUESTO.

Antes de pasar a analizar el presupuesto de cada propuesta y el global, es necesario determinar el coste por hora que un operario del almacén supone para la empresa. Este dato nos ayudará a conocer el coste de las propuestas.

El coste estimado en bruto de un operario de almacén para la empresa, incluyendo salario y gastos sociales es de 30.000,00 €. Si tenemos en cuenta que el calendario cuenta con 220 días laborales al año, de 8 horas cada uno:

$$\text{Coste por hora de operario} = \frac{30000}{220 \times 8} = 17,1 \text{ €/hora}$$

Por tanto, a la empresa un operario le cuesta **diecisiete euros y un céntimo cada hora**.

Si se toman en consideración los costes asociados de recursos intangibles como los costes de máquinas y demás recursos, los costes por hora de un operario se pueden estimar como:

- Coste por hora de un operario con carretilla: 26 €/hora.
- Coste por hora de un operario administrativo: 20 €/hora.

**Coste de la elaboración del proyecto.**

En este punto se tiene en cuenta la cantidad que debe abonarse al proyectista por la elaboración del proyecto. Se estima el sueldo y los costes de ingeniería del proyectista como 40 € por hora.

CONCEPTO	CANTIDAD (horas)	PRECIO UNITARIO (€/hora)	PRECIO TOTAL (€)
Proyectista	150	40,00 €	6.000,00
Otros			150,00
<b>TOTAL</b>			6.150,00

*Tabla 17: Coste del proyectista*

Por tanto, el coste de realización del proyecto es de **6.150,00 €**.

**Propuesta 1. Compra e instalación de estantes de la empresa MECALUX para solucionar los problemas de los rollos.**

Para el desarrollo de la propuesta uno, el único gasto que hay es el de comprar e instalar los estantes.

CONCEPTO	PRECIO
Compra e instalación estantes	3.562,00 €
<b>TOTAL</b>	3.562,00 €

*Tabla 18: Presupuesto de la propuesta uno*

El coste total de esta propuesta es de **3.562,00 €**

**Propuesta 2. Reducción y reagrupación de los estantes de hierro y cobre y sustitución de los estantes necesarios.**

El único coste que tiene esta propuesta es la modificación de los estantes de tipo E. Son cinco los estantes que hay que modificar.

CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Reacondicionamiento	5	220,00	1.100,00
<b>TOTAL</b>			1.100,00

*Tabla 19. Presupuesto de la propuesta 2*



A este concepto se le puede sumar el coste en función del tiempo que se tarda en mover los bultos al reorganizar los estantes. Se trata de 30 bultos a un tiempo medio de 1 minuto cada bulto:

$$\begin{aligned} \text{Coste de reorganización} &= 30 \text{ bultos} \times 1 \frac{\text{min}}{\text{bulto}} = 30 \text{ min} = 0,5 \text{ horas} \times 26 \frac{\text{€}}{\text{hora}} \\ &= 13 \text{ €} \end{aligned}$$

Por tanto, sumando los dos conceptos el precio total de la propuesta 2 es de **1.113,00 €**

### **Propuesta 3. Redistribución en planta para mejorar ubicación de los tubos y las sierras.**

El coste de esta propuesta se obtendrá del tiempo necesario para la realización de la redistribución. El tiempo de la redistribución debe incluir los movimientos de las sierras y de la reubicación de algunos materiales para que puedan ser retirados dos estantes.

El tiempo de mover las sierras es de unas 5 horas por sierras con toda la instalación, incluyendo desconexión y puesta a punto

$$\text{Tiempo mover sierras} = 5 \text{ horas/sierra} \times 2 \text{ sierras} = 10 \text{ horas}$$

El tiempo en organizar mejor los componentes es de aproximadamente 1 minuto por bulto de media. Si aproximadamente se van a mover unos 100 bultos como máximo:

$$\text{Tiempo mover bultos} = 100 \text{ bultos} \times 1 \text{ min/bulto} = 100 \text{ min} = 1,67 \text{ horas}$$

El tiempo en desmontar los dos estantes que quedan vacíos y eliminarlos es de aproximadamente 2 horas. Por tanto, el tiempo total de realizar toda la operación es de 13,67 horas. Así pues el coste total será:

$$\text{Coste total} = 13,67 \text{ horas} \times 26 \frac{\text{€}}{\text{hora}} = 355,42 \text{ €}$$

Por tanto, el coste de esta mejora es de **355,42 €**.

### **Propuesta 4. Mejora de los procesos de recepción y ubicación.**

En este presupuesto se incluye el precio de las impresoras de etiquetas que se deben comprar e instalar para los tres primeros proveedores que se utilizarían de prueba. También incluye el precio de las etiquetas y el de las tabletas necesarias para mejorar estos procesos.

CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Impresoras	3	1.046,06	3.138,18
Etiquetas proveedores	30 rollos	14,27	428,10
Instalación y varios			150,00
Tabletas	2	150,00	300,00
<b>TOTAL</b>			4.016,28

Tabla 20: Presupuesto de la propuesta 4

En esta propuesta también se puede incluir el coste que el operario dedica a la propuesta en forma de tiempo. El tiempo aproximado en analizar cuando piden más material en planta y en anotar cuando llegan los proveedores y realizar el calendario es de 12 horas.

$$\text{Coste} = 12 \text{ horas} \times 20 \frac{\text{€}}{\text{hora}} = 240 \text{ €}$$

Por tanto, el coste total de esta propuesta es de **4.256,28 €**.

#### Propuesta 5. Radiofrecuencia para agilizar la lectura de etiquetas.

Para llevar a cabo esta propuesta, el presupuesto necesario es:

CONCEPTO	UNIDADES	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Impresoras	2	2.210,00	4.420,00
Etiquetas RFID	2 rollos	198,46	396,92
Software e instalación			10.000,00
<b>TOTAL</b>			14.816,92

Tabla 21: Presupuesto de la propuesta 5

El precio total de la implementación de etiquetas RFID es de **14.816,92 €**

#### Propuesta 6. Implantación de un sistema de gestión de almacenes (SGA).

Estimar el precio de un sistema de gestión de almacenes es difícil puesto que, dependiendo del tipo de almacén y las operaciones que se den en él, tendrá un precio u otro. En el caso de estudio aproximadamente es de 60.000,00 €.

CONCEPTO	PRECIO (€)
Implantación del SGA	60.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>60.000,00</b>

Tabla 22: Presupuesto de la propuesta 6

El precio total de la implantación de un SGA es de **60.000,00 €**

### **Presupuesto de la implementación de la metodología *lean manufacturing*.**

El presupuesto de implantación de la metodología *lean manufacturing* se puede descomponer en:

- Coste de formación del personal.
- Recursos y materiales asociadas a la formación y la metodología. Incluye material de formación y materiales de promoción como posters o folletos.
- Coste de la puesta en marcha de las tarjetas rojas.
- Coste de los carteles que faltan colocar.
- Coste de elaboración de los buzones de sugerencias.

#### Formación:

La formación en este caso estará dividida en tres niveles diferentes:

- Formación intensiva: Se trata de un curso de formación intensa y completa sobre los principios de la metodología.  
Duración = 12 horas  
Coste = 295 €
- Formación media: Incluye la formación en los distintos conceptos de la metodología.  
Duración = 8 horas  
Coste = 800 €
- Formación básica: incluye una serie de sesiones de formación sobre la metodología de las cinco eses y el *lean manufacturing*.  
Duración = 8 horas  
Coste = 225 €

A estos cursos deberán asistir los miembros del grupo de gestión o equipo de trabajo y los operarios del almacén. El curso de formación intensiva está destinado a aquellas personas con cargos importantes dentro del proyecto como son el líder, el jefe del almacén y el jefe de producción.

Los cursos de formación media están dirigidos a todos los miembros del equipo de trabajo del *lean manufacturing* que hacen un total de 5 personas. Finalmente los cursos de formación básica estarán enfocados a todos los trabajadores implicados lo cual incluye a los operarios del almacén y los jefes de las distintas secciones de la planta. Un total de 10 personas.

CONCEPTO	PERSONAS	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Formación intensiva	3	1 curso	295,00	295,00
Formación media	5	1 curso	800,00	800,00
Formación básica	10	1 curso	225,00	225,00
<b>TOTAL</b>				1.320,00

Tabla 23: Coste de la formación del personal

A este precio hay que sumarle el coste del formador. Aproximadamente, el precio a pagar por el formador para la empresa se estima como 50 € por hora. Esto significa que:

$$\text{Coste del formador} = 50 \frac{\text{€}}{\text{hora}} \times 28 \text{ horas} = 1.400 \text{ €}$$

El coste en cuanto a material necesario puede resumirse como:

CONCEPTO	PRECIO (€)
Materiales de formación	350,00
Materiales de promoción	150,00
<b>TOTAL</b>	500,00

Tabla 24: Coste del material auxiliar

El coste total de la formación es de **3.220,00 €**

#### Tarjetas rojas:

Los gastos en la implantación de las tarjetas rojas incluyen el desarrollo de un programa gestión de las tarjetas rojas, la compra de las tarjetas rojas y elementos auxiliares necesarios.

CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Programa tarjetas rojas	1	300,00	300,00
Tarjetas rojas	1000	0,30	300,00
Elementos auxiliares			100,00
<b>TOTAL</b>			700,00

Tabla 25: Precio de las tarjetas rojas

El coste total de la implantación de las tarjetas rojas es de **700,00 €**

Cárteles y buzón de sugerencias:

El coste de estos cambios se resume en la siguiente tabla:

CONCEPTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Cárteles	12	0,50	6,00
Sugerencias	1000	0,20	200,00
Buzón de sugerencias	1	5,00	5,00
TOTAL			211,00

*Tabla 26: Coste de los carteles y el sistema de sugerencias*

El coste total de estas herramientas es de **211,00 €**

En resumen, el coste total de la implementación de la técnica de las cinco eses a través de la metodología *lean manufacturing* es la suma de todos estos conceptos que en total es: **4.131,00 €**



## PRESUPUESTO GLOBAL DEL PROYECTO.

El presupuesto global del proyecto es la suma del coste de las propuestas y del proceso de implantación.

CONCEPTO	COSTE
Coste elaboración del proyecto	6.150,00 €
Propuesta 1	3.562,00 €
Propuesta 2	1.100,00 €
Propuesta 3	355,42 €
Propuesta 4	4.256,28 €
Propuesta 5	14.816,92 €
Propuesta 6	60.000,00 €
Implantación mejora continua	4.131,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>94.371,62 €</b>

*Tabla 27: Presupuesto global del proyecto*

El coste total del proyecto asciende a un total de **noventa y cuatro mil trescientos setenta y un con sesenta y dos euros.**





# PLANOS

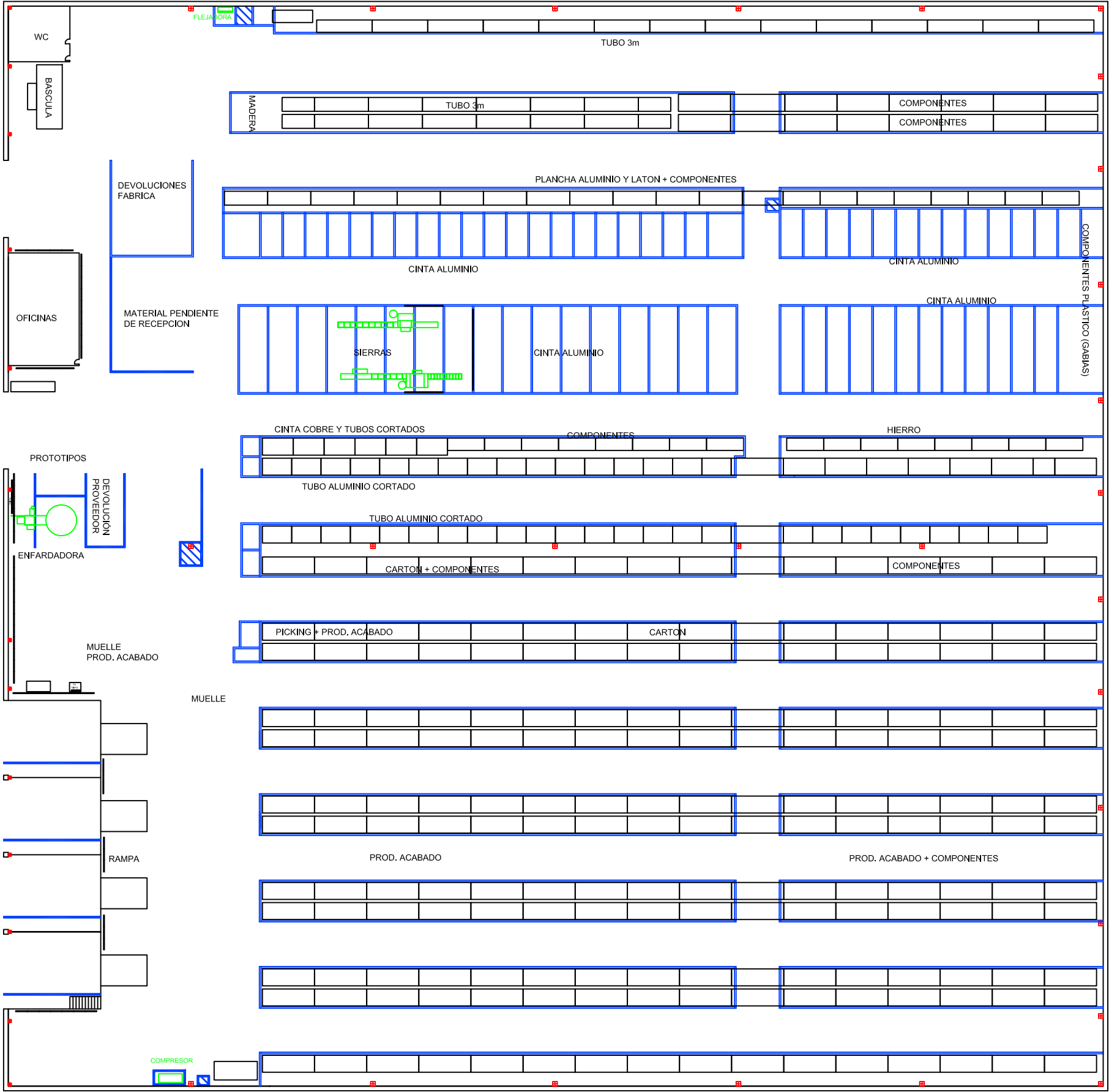
---



## ÍNDICE DE PLANOS

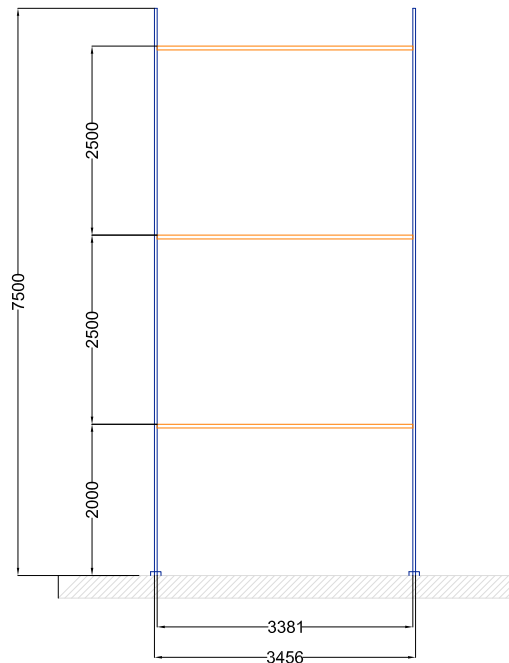
PLANO 1. VISTA GENERAL DEL ALMACÉN .....	P.1
PLANO 2. ESTANTES TIPO A, B, C, D, E, F .....	P.2
PLANO 3. ESTANTES TIPO G, H1, H2, I, J .....	P.3
PLANO 4. NUEVA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA .....	P.4



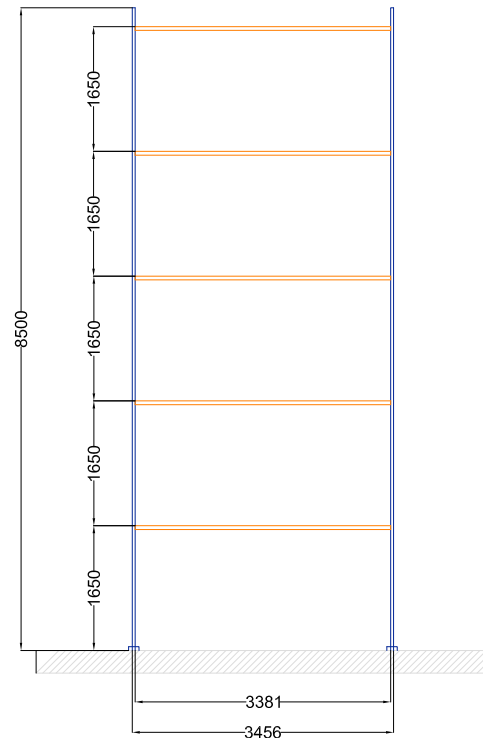


LEYENDA	
	LÍNEAS DEL PASILLO
	MAQUINARIA
	ESTRUCTURAS
	PILARES

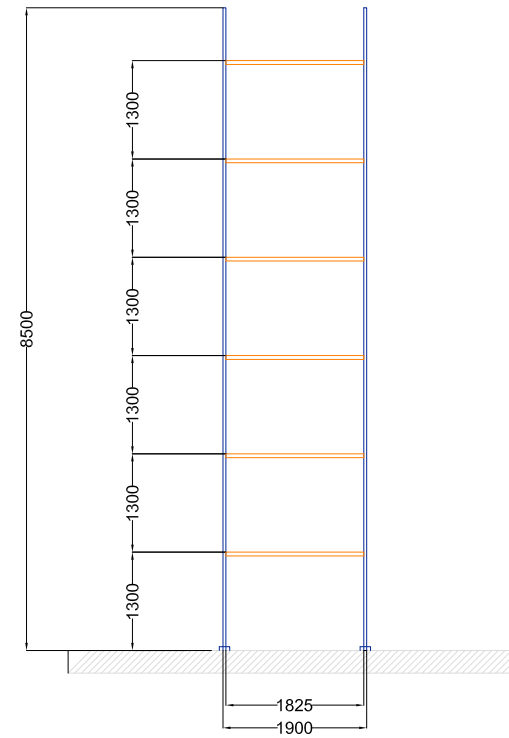
	Escala 1:300		Plano VISTA GENERAL DEL ALMACÉN		nº plano PLANO_1
		Dibujado	Nombre R. FUENTES	Fecha ABRIL 2017	Proyecto IMPLANTACIÓN DE MEJORAS DE LA PRODUCTIVIDAD EN UN ALMACÉN INTEGRADO DE UNA INDUSTRIA AUXILIAR DEL AUTOMÓVIL
		Revisado			



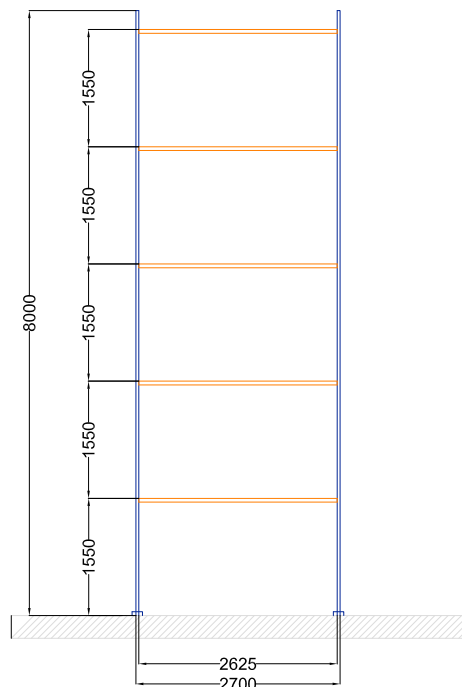
TIPO A



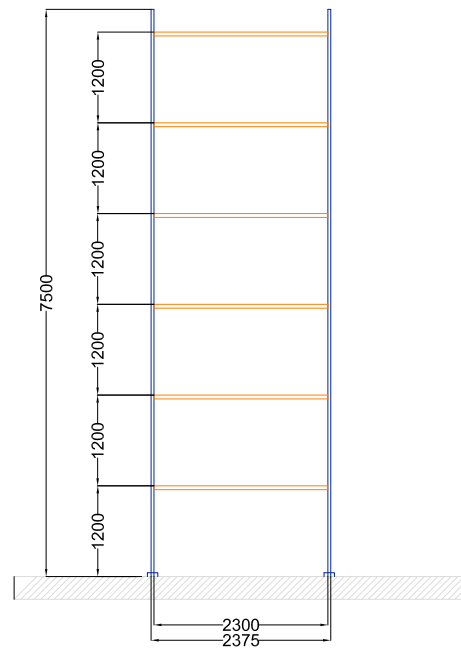
TIPO B



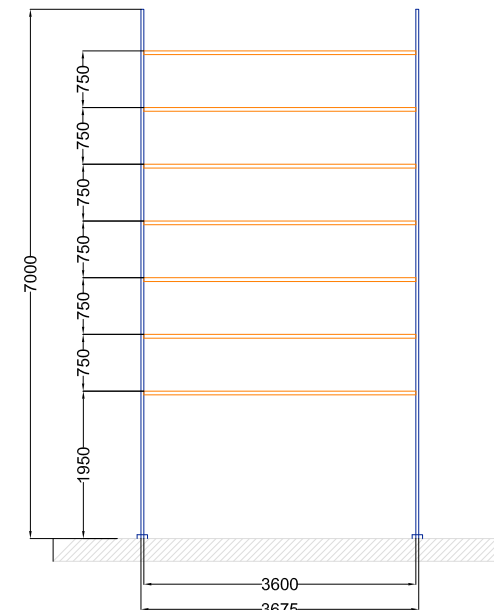
TIPO C



TIPO D




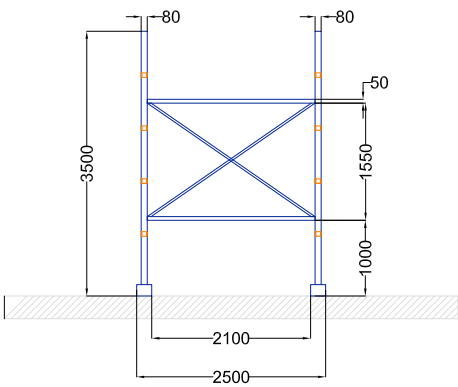
TIPO E



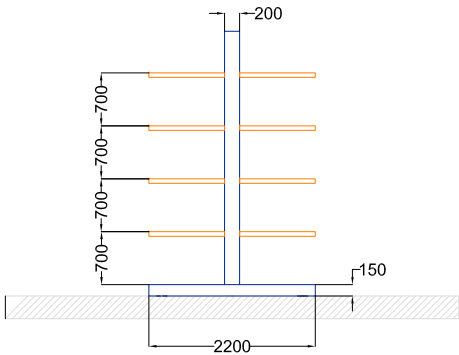
TIPO F

Cotas en mm	
LEYENDA	
	LARGUEROS
	PUNTALES
	SUELO
	COTAS

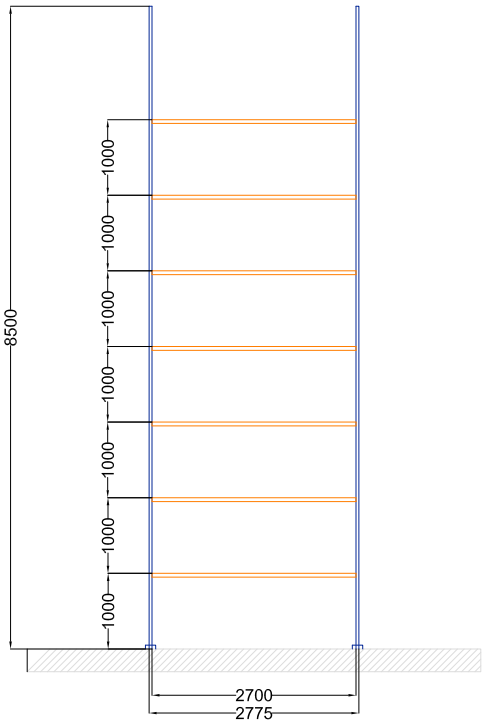
	Escala	Plano			nº plano
	1:100	ESTANTES TIPOS A, B, C, D, E, F			PLANO_2
		Nombre	Fecha	Proyecto  IMPLANTACIÓN DE MEJORAS DE LA PRODUCTIVIDAD EN UN ALMACÉN INTEGRADO DE UNA INDUSTRIA AUXILIAR DEL AUTOMÓVIL	
	Dibujado	R. FUENTES	ABRIL 2017		
	Revisado				



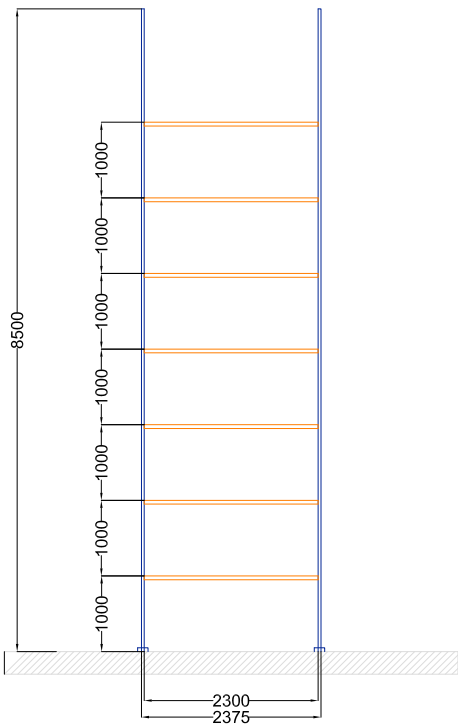
TIPO G (ALZADO)



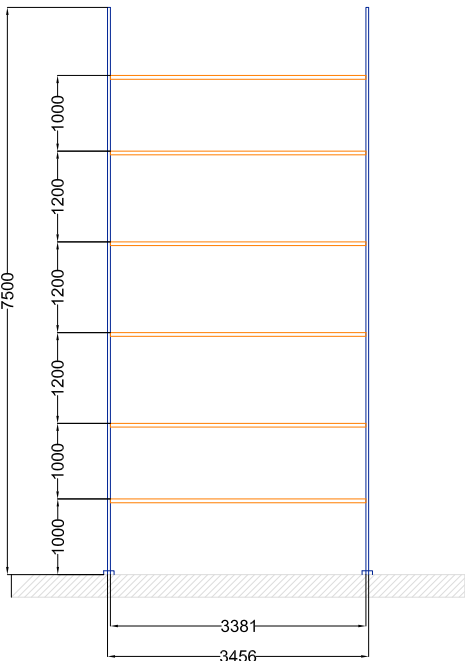
TIPO G (PERFIL)



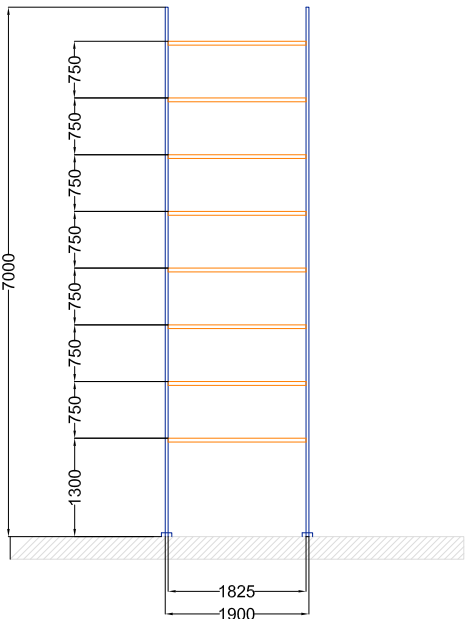
TIPO H1



TIPO H2





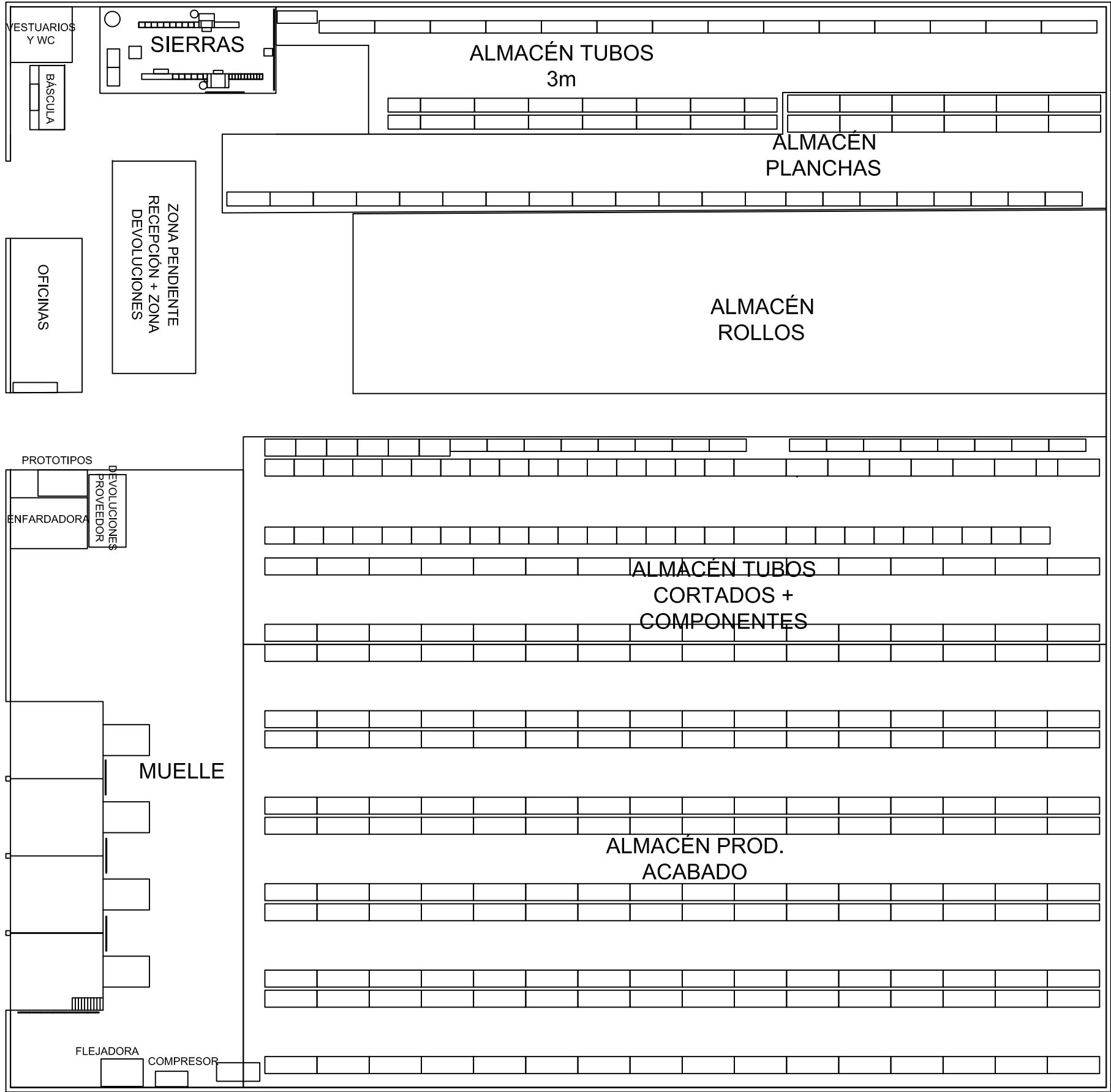
TIPO I





TIPO J

Cotas en mm	
LEYENDA	
	LARGUEROS
	PUNTALES
	SUELO
	COTAS

	Escala 1:100	Plano ESTANTES TIPOS G, H1, H2, I, J			nº plano PLANO_3
		Nombre	Fecha	Proyecto IMPLANTACIÓN DE MEJORAS DE LA PRODUCTIVIDAD EN UN ALMACÉN INTEGRADO DE UNA INDUSTRIA AUXILIAR DEL AUTOMÓVIL	
	Dibujado	R. FUENTES	ABRIL 2017		
	Revisado				



	Escala	Plano			nº plano
	1:300	NUEVA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA			PLANO_4
		Nombre	Fecha	Proyecto  IMPLANTACIÓN DE MEJORAS DE LA PRODUCTIVIDAD EN UN ALMACÉN INTEGRADO DE UNA INDUSTRIA AUXILIAR DEL AUTOMÓVIL	
	Dibujado	R. FUENTES	ABRIL 2017		
	Revisado				